

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO
CIVIL - PPGECC

ARQUITETURA TEMPORÁRIA: PROPOSIÇÃO DE MÓDULO
EDUCACIONAL TEMPORÁRIO PARA INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DO
BRASIL DEDICADOS À EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS NO MEIO
RURAL SOB A ÓTICA DE MINIMIZAÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO

CURITIBA,
ABRIL DE 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR

BENÍCIO DANIEL H. T. BARRETO

ARQUITETURA TEMPORÁRIA: PROPOSIÇÃO DE MÓDULO
EDUCACIONAL TEMPORÁRIO PARA INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DO
BRASIL DEDICADOS À EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS NO MEIO
RURAL SOB A ÓTICA DE MINIMIZAÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO

CURITIBA,
ABRIL DE 2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO
CIVIL - PPGECC**

BENÍCIO DANIEL HASSEGAWA TEIXEIRA BARRETO

**ARQUITETURA TEMPORÁRIA: PROPOSIÇÃO DE MÓDULO EDUCACIONAL
TEMPORÁRIO PARA INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DO BRASIL DEDICADAS À
EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS NO MEIO RURAL SOB A ÓTICA DE
MINIMIZAÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de mestre em Engenharia de Construção Civil, no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Construção Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná.

Orientador Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid

**CURITIBA
2017**

B273a

Barreto, Benício Daniel Hassegawa Teixeira
Arquitetura temporária: proposição de módulo educacional temporário
para instituições públicas do Brasil dedicados à educação de jovens e adultos
no meio rural sob a ótica de minimização do gasto energético / Benício Daniel
Hassegawa Teixeira Barreto. – Curitiba, 2017.
146 f. : il. color ; 30 cm.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, 2017.

Orientador: Aloísio Leoni Schmid
Bibliografia: p. 105-113.

1. Edifícios temporários. 2. Edifícios desmontáveis. 3. Energia elétrica –
Conservação. 4. Energia - Consumo. I. Universidade Federal do Paraná.
II. Schmid, Aloísio Leoni. III. Título.

CDD: 693.8

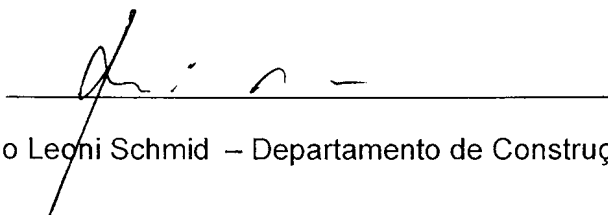
TERMO DE APROVAÇÃO

BENÍCIO DANIEL HASSEGAWA TEIXEIRA BARRETO

ARQUITETURA TEMPORÁRIA: PROPOSIÇÃO DE MÓDULO EDUCACIONAL TEMPORÁRIO PARA INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DO BRASIL DEDICADOS À EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS NO MEIO RURAL SOB A ÓTICA DE MINIMIZAÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:

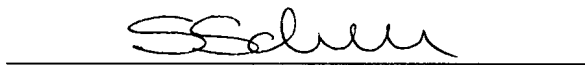


Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid – Departamento de Construção Civil, UFPR

Examinadores:



Prof.a Dra. Andréa Berriel M. Stinghen – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFPR



Prof. Dr. Sergio Scheer – Departamento de Construção Civil, UFPR



Prof. Dr. Guilherme Gabriel Ballande Romanelli – Departamento de Teoria e Fundamentos da Educação, UFPR

Curitiba, 10 de abril de 2017.

Dedico esse trabalho aos meus pais, Bernardeth Hassegawa e José Wellington, e a minha amada Melina Souza, por estarem sempre presentes quando mais preciso.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid, pelo todo apoio, dedicação ao ensino, orientação e amizade.

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná.

RESUMO

Na busca de edifícios mais sustentáveis, a análise do ciclo de vida e a análise do ciclo de vida da energia são ferramentas úteis de apoio ao projeto. A fase final é provavelmente a menos conhecida, na qual menos conhecimento está disponível. Na indústria de construção brasileira, a duração de um projeto de construção raramente é considerada um parâmetro de projeto definido. Em vez disso, há uma atitude de senso comum para assumir todas as demandas de construção como permanentes, e para procurar soluções duradouras, que são ao mesmo tempo sólidas. Portanto, a solução mais freqüente para qualquer problema de projeto de construção adota uma estrutura de concreto armado e alvenaria para vedação e divisórias. Como resultado, os edifícios são caros e intensivos em energia por serem exageradamente sólidos. A desmaterialização dos edifícios é, portanto, um campo de investigação oportuno. Por apresentar uma demanda provavelmente decrescente ao longo do tempo, os estabelecimentos de educação de jovens e adultos foram tomados como um estudo de caso. Depois de uma política de descentralização promovida no Brasil com rápida expansão, a partir de 2000, várias escolas foram fechadas. Os erros de projeto nos processos de contratos públicos são outro fator de obsolescência. Uma solução de projeto padrão adotada em todo o país foi analisada e comparada a uma solução temporária, desenvolvida de acordo com a abordagem da *Design Science Research*. Edifícios temporários ou efêmeros são mais conhecidos em termos de durabilidade dos componentes e procedimentos de fim de vida, sendo pensados para desmontar, em vez de demolição. Para a solução temporária adotou-se a madeira como o material de construção principal. Uma comparação em termos de ciclo de vida de energia mostra que edifícios menos duráveis podem ser a solução mais sustentável no caso de flutuação da demanda, como observado na educação de jovens e adultos no Brasil. No contexto da pesquisa analisada, o módulo educacional temporário de madeira se sobressaiu em relação ao projeto disponibilizado pelo FNDE como o projeto mais sustentável sob o aspecto ambiental. Uniu um razoável desempenho operacional com baixa energia embutida inicial e energia de sobra; além de garantir uma boa adaptabilidade e desmontagem do edifício (conservando assim a energia incorporada).

Palavras-chave: Arquitetura temporária. Desempenho energético. Ciclo de vida energético.

ABSTRACT

In the search of more sustainable buildings, the life cycle analysis and the energy life cycle analysis are useful design support tools. The final phase is probably the less known, on which less knowledge is available. In the Brazilian building industry, the lifespan of a building design is seldom considered as a definite design parameter. Rather, there is a common sense attitude to take any building demands as permanent, and to look for durable solutions, which are at the same time solid. Therefore, the most frequent solution for any building design problem adopts a structure of reinforced concrete and masonry skin and partitions. As a result, buildings are expensive and energy-intensive for being exaggeratedly solid. The dematerialization of buildings is therefore an opportune field of research. For presenting a probably decreasing demand along time, youth and adult education establishments were taken as a case study. After a decentralization policy promoted in Brazil with rapid expansion, beginning in 2000, several schools have been closed. Design mistakes in public procurement processes are another factor of obsolescence. A standard design solution adopted throughout the country was analysed and compared to a temporary solution, developed according to the *Design Science Research approach*. Temporary or ephemeral buildings are better known in terms both of the durability of components and the end of life procedures, being thought for disassembling rather than demolition. The temporary solution is light construction adopting wood as the main building material. A comparison in terms of energy life cycle shows that less durable buildings may be the most sustainable solution in the case of demand fluctuation, as observed in the youth and adult education in Brazil. In the context of the research, the temporary educational module stood out in relation to the project available by FNDE as the most sustainable project under the environmental aspect. It united reasonable operational performance with low initial embodied energy and residual energy; besides ensuring a good adaptability and disassembly of the building (thus conserving the embodied energy).

Keywords: Temporary Architecture. Energy Performance. Energy Lifecycle.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE QUADROS	13
LISTA DE GRÁFICOS.....	14
INTRODUÇÃO	14
1 MÉTODO.....	16
1.2 Objetivos.....	16
1.4 Justificativa	17
1.4.1 Ambiental.....	17
1.4.2 Social	18
1.4.3 Econômica	19
1.4.4 Tecnológica	20
1.5 Contextualização no programa.....	20
1.6 Estratégia de pesquisa	21
1.6.1 Unidade de análise	21
1.6.2 Delimitação do trabalho	21
1.6.3 Justificativa da seleção da estratégia de pesquisa	22
1.6.4 Mapa mental.....	23
1.6.4.1 Método.....	23
1.6.4.1 Justificativas da arquitetura temporária	25
1.6.5 Testes de validade	26
1.7 Protocolo de coleta de dados	26
1.8 Método de análise de dados	28
2 Arquitetura temporária.....	29
2.1 Arquitetura temporária como solucionador de demandas flutuantes	29
2.2 Arquitetura transportável	41
2.3. Referências de arquitetura educacional transportáveis	
2.3.1.Sala de aula portátil por Studio Jantzen (edifício desmontável).....	44
2.3.2 Shigeru Ban's Paper Tube School (edifício desmontável)	48
2.3.3 Escolas de Izmit, Turquia (edifícios desmontáveis)	52
2.3.4 Sala de aula de energia positiva (edifício relocável)	56
2.4 Problemas levantados por pesquisas de pós-ocupação de escolas brasileiras	60
2.5 Adaptabilidade.....	61
2.5.1 Flexibilidade na construção e projeto para desmontagem	64
2.6 Edificações e sustentabilidade	65
2.6.1 Análise do ciclo de vida (ACV)	66
2.6.2 Análises energéticas	67
2.6.2.1 Definição de energia embutida	67
2.6.3 Análise do ciclo de vida energético das edificações	68
2.6.4 Ciclo de vida energético das edificações	69
2.6.5 Energia embutida em edificações	69
2.6.6 Energia operacional em edificações.....	71
2.6.7 Energia de desconstrução	72
2.6.8 Ciclo de vida sustentável dos materiais e componentes de construção ..	74
2.7 Constatações da revisão	75
3 DESENVOLVIMENTO	77
3.1 Unidades de análise	77
3.1.1 Padronizações para a simulação da energia operacional dos projetos ...	78
3.2 Elaboração do módulo educacional temporário de madeira	81
3.2.1 Projeto de madeira: configuração espacial e descrição	82

3.2.2 Energia embutida inicial do módulo educacional temporário de madeira	90
3.2.3 Energia operacional do módulo educacional temporário de madeira	91
3.2.4 Energia residual do módulo educacional temporário de madeira	92
3.3 Projeto padrão do FNDE: espaço educativo rural 2 salas de aula.....	93
3.3.1 Características do projeto.....	94
3.3.2 Energia embutida inicial do Espaço Educativo Rural de duas salas de aula.....	95
3.3.3 Energia operacional do Espaço Educativo Rural de duas salas de aula .	96
3.3.4 Energia residual do Espaço Educativo Rural de duas salas de aula	97
4 AVALIAÇÃO	99
4.1 Avaliação: energia embutida inicial	99
4.2 Avaliação: energia operacional	100
4.3 Avaliação: energia residual (de sobra)	102
5 CONCLUSÃO.....	104
5.1 Questionamentos para estudos futuros.....	105
6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	107
ANEXO A - Planilhas de cálculo da fase pré-operacional dos projetos	114
ANEXO B - Configurações do Energy Plus para obtenção da energia operacional	118
ANEXO C - Planilhas de cálculo da fase pós-operacional dos projetos	140
ANEXO D - Elementos planilha de cálculo da fase pré-operacional.....	144
ANEXO E – Materiais, durabilidade e fator de reposição	146

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estratégia de pesquisa.....	22
Figura 2 Fluxograma do método	25
Figura 3 Mapa mental da justificativa	25
Figura 4 Arquitetura nômade.....	30
Figura 5 Arquitetura temporária construída com materiais do local.....	33
Figura 6 Arquitetura temporária em “superadobe”	34
Figura 7 Salas de aula portáteis australianas	35
Figura 8 Salas de aula portáteis australianas	35
Figura 9 Arquitetura temporária: Ex-contêiner	36
Figura 10 Tipos de arranjos do Ex-contêiner	37
Figura 11 Tipos de sistemas de construção.....	37
Figura 12 Sistema construtivo da Paper log house de Shigeru Ban	39
Figura 13 Construção da casa projetada por Shigeru Ban	39
Figura 14 Maquete da sala de aula portátil e desmontável.....	45
Figura 15 Elementos arquitetônicos da sala desenvolvida pelo Studio Jantzen.....	46
Figura 16 Elevação e corte da sala desmontável	47
Figura 17 Planta da sala desenvolvida pelo Studio Jantzen.....	48
Figura 18 Foto do ambiente interno da escola projetada por Ban	49
Figura 19 Elementos lineares das estruturas.....	50
Figura 20 Montagem das estruturas da escola	50
Figura 21 Desenho isométrico e a planta da escola	51
Figura 22 Desenho do corte da escola	52
Figura 23 Entrada da escola de Izmit.....	52
Figura 24 Interior das salas de aula	53
Figura 25 Desenho do sistema construtivo das escolas de Izmit	54
Figura 26 Estruturas de madeira	55
Figura 27 Perspectiva de dentro da escola	55
Figura 28 Interfaces das estruturas.....	56
Figura 29 A sala de aula relocável projetada por Anderson Anderson	57
Figura 30 Fabricação e transporte das salas de aula em módulos.....	58
Figura 31 Montagem da sala de aula pelos módulos e perspectiva interna	59
Figura 32 Perspectiva externa dos módulos	59
Figura 33 Framecycle de estratégias para tornar um projeto mais adaptável	62
Figura 34 Importância do projeto	65
Figura 35 Os níveis de energias	68
Figura 36 Energia total de uma edificação	69
Figura 37 Energia residual (de sobra)	73
Figura 38 Fases do ciclo de vida.....	74
Figura 39 Perspectiva do módulo educacional temporário	82
Figura 40 Estudo preliminar do detalhe dos conectores de aço	83
Figura 41 Estudo preliminar dos pórticos formados pelos elementos lineares	84
Figura 42 Eixos estruturais do módulo educacional temporário	85
Figura 43 Etapas construtivas do edifício	86
Figura 44 Imagem da carta solar de Curitiba obtida pelo SOL-AR 6.2	87
Figura 45 Incidência do sol de verão na fachada oeste do módulo educacional	87
Figura 46 Planta e corte do módulo temporário	88
Figura 47 Variação do quadro estrutural	89
Figura 48 Perspectiva do módulo adaptado.....	90
Figura 49 Planta e corte do módulo adaptado	90

Figura 50 Imagem do módulo temporário no SketchUP e Energy Plus.....	91
Figura 51 Perspectiva do projeto espaço educativo rural de 2 salas.....	94
Figura 52 Planta do projeto espaço educativo rural de 2 salas	95
Figura 53 Imagem do projeto padrão aberto no SketchUP e Energy Plus	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Taxa de analfabetismo da população com 15 anos ou mais, por categorias selecionadas 2001 e 2009	18
Tabela 2 Definição de uso básico do Módulo Escolar Emergencial	79
Tabela 3 Energia embutida inicial do módulo temporário	91
Tabela 4 Energia operacional do módulo temporário	92
Tabela 5 Energia embutida inicial do projeto padrão FNDE	96
Tabela 6 Energia operacional do projeto padrão FNDE	97
Tabela 7 Energia residual como crédito para a energia operacional	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Comparativo entre as classificações de arquitetura transportável	41
Quadro 2 Principais aspectos e constatações da revisão bibliográfica	76
Quadro 3 Relação dos projetos analisados	78
Quadro 4 Programa de necessidades	82

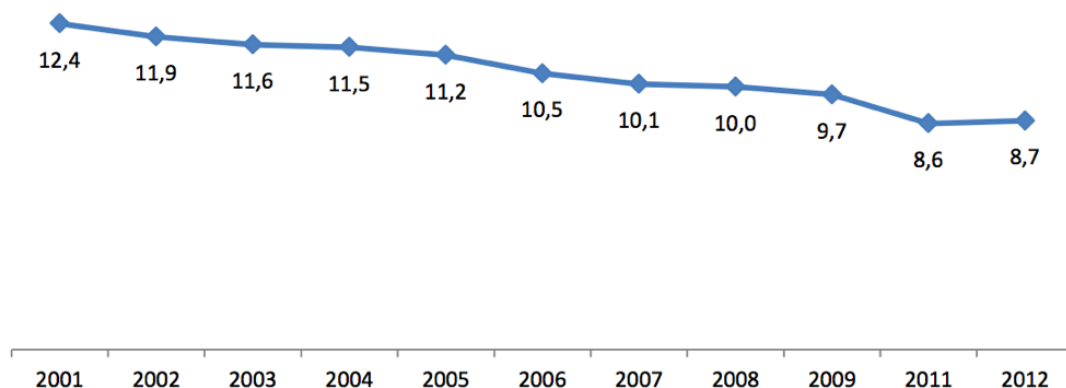
LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Taxa de analfabetismo da população de 15 ou mais anos de idade (2001-2012)	14
Gráfico 2 Temperaturas dos ambientes do módulo temporário	92
Gráfico 3 Energia embutida inicial e residual do módulo temporário	93
Gráfico 4 Temperaturas dos ambientes do projeto padrão	97
Gráfico 5 Energia embutida inicial e residual (de sobra) do projeto padrão	98
Gráfico 6 Comparação de energia embutida inicial entre os projetos (GJ).....	99
Gráfico 7 Comparação de energia operacional entre os projetos (GJ).....	100
Gráfico 8 Comparação de temperatura: Sala 1	101
Gráfico 9 Comparação de temperatura: Sala 2.....	101
Gráfico 10 Comparação de temperatura: Administração / Sala professores	102
Gráfico 11 Comparação de energia residual entre os projetos	103

INTRODUÇÃO

De acordo com os dados do Censo Demográfico/IBGE, ao longo dos últimos anos a taxa de analfabetismo das pessoas com quinze anos ou mais vem sendo reduzida no Brasil, passando de 12,4% no ano 2001 para 8,7% em 2012 (PNAD 2012).

Gráfico 1 Taxa de analfabetismo da população de 15 ou mais anos de idade (2001-2012)



Fonte: Microdados da Pnad (IBGE).

Apesar do valor da taxa estar menor em relação às décadas anteriores, é verificada uma discrepância significativa entre os valores de analfabetismo no meio rural em relação ao meio urbano.

Nos dez primeiros anos do século XXI foi frequente o fechamento das escolas rurais. De acordo com o Censo Escolar, entre 2000 e 2009 mais de 34 mil estabelecimentos responsáveis pelo ensino no campo foram fechados. Destes, cerca de 90% eram municipais. São verificadas várias razões para isso: a redução da taxa de natalidade, diminuição da população rural ao longo dos anos entre outros fatores. A concentração das escolas num único lugar - meio urbano - é outro fator que contribuiu para diminuição, principalmente quanto à oferta dos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio. Quando ocorre essa nucleação das escolas, os alunos da zona rural são transportados pelos municípios para os distritos maiores e muitas vezes para escolas da zona urbana. Esse tipo de abordagem aumentou significativamente os gastos com transporte nas esferas públicas municipal, estadual e federal. Atualmente, tanto o MEC quanto o Conselho Nacional dos Secretários de Educação (Consed), a União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (Undime) e o Conselho Nacional de Educação se dizem contrários ao fechamento das escolas e à nucleação

nas zonas urbanas, opção que obriga o aluno a deslocar-se de seu lugar de moradia (FERNANDES, 2011).

Há outros aspectos que afetam negativamente o ensino público que são os projetos mal elaborados e ou mal construídos recorrentes nas esferas municipal, estadual e federal. Toda a administração direta e indireta pública, para adquirir qualquer tipo de serviço de engenharia, necessita fazer a licitação, e esta, tendo como exigência a condição da existência dos projetos básicos, devido às urgências para se obter o objeto. Segundo Santos (2010), muitas vezes a fase mais importante do projeto, acaba se tornando um mero cumprimento legal. Assim, obras oriundas de licitação acabam por ser edificadas já com problemas de nível técnico ou com falha de projeto. Devido a essa precariedade envolvendo tanto os aspectos construtivos, econômicos quanto de planejamento, é que se faz necessário buscar e analisar obras temporárias para ensino de modo a permitir a proposição de um projeto mais sustentável do ponto de vista energético e da adequação ambiental.

1 MÉTODO

Este capítulo visa a esclarecer como o trabalho se organiza, especificando o problema, objetivo, pressupostos e demais elementos essenciais da pesquisa baseadas no *Design Science Research*.

1.1 Problemática

Escolas estão sendo fechadas devido a vários fatores, entre outros, devido à nucleação, por exemplo, e com isso outros aspectos negativos vêm sendo registrados como maiores gastos com transporte dos alunos – pelo poder público - e ou então a evasão escolar. O poder público, de acordo com Santos (2010), para sanar necessidades urgentes de demanda, muitas vezes utiliza-se de mão de obra terceirizada, contratada obrigatoriamente por alguma modalidade de licitação normatizada. Porém, o que se constata frequentes vezes, é a baixa qualidade das obras executadas o que é facilmente correlacionado com o tipo da modalidade de concorrência por menor preço. O que agrava o problema é o fato de que, muitas vezes, a construção, que era para ser transitória, acabar se tornando definitiva. Sistemas temporários desmontáveis já são utilizadas em projetos de habitação temporária, edifícios de saúde, estruturas de feiras e estruturas de exposições e muitas vezes para sanar demandas urgentes provocadas por catástrofes ou desastres naturais.

Decorre o problema de pesquisa: analisando as soluções tecnológicas, como projetar um sistema de arquitetura temporário voltado a atender as demandas espaciais de instituições de ensino público de jovens e adultos em ambiente rural?

1.2 Objetivos

A partir de revisões bibliográficas e tendo como referência o projeto padrão do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) - Projeto Espaço Educativo Rural de 2 salas -, pretende-se propor um projeto com melhores atributos de sustentabilidade, principalmente pelo caráter temporário para atender as demandas flutuantes.

1.3 Pressupostos

Um pressuposto é que a baixa qualidade das construções implementadas para escolas públicas do país ocorre devido a algum projeto padrão mal embasado ou mal fiscalizado. Pressupõe-se que o projeto padrão do FNDE tem elevado gasto energético embutido nos seus materiais e que não é adequado para uma demanda flutuante. Sendo assim, a utilização de um sistema arquitetônico de caráter temporário pode atender as necessidades de diversas naturezas demandadas por edificações características das instituições públicas de ensino. Pressupõe-se também que o estudo de estratégias já adotadas em outros tipos de sistemas de arquitetura temporária, voltadas a diferentes tipos de edifício, pode auxiliar na identificação de soluções para a elaboração do projeto de arquitetura escolar temporária. E por fim, pressupõe-se que com o uso adequado da madeira aliado às outras tecnologias e ou materiais será possível propor um projeto – mais sustentável - que atenda uma demanda decrescente (flutuante).

1.4 Justificativa

1.4.1 Ambiental

De acordo com IPEA (2011), a construção civil gera uma grande quantidade de resíduos: em torno de 31 milhões de toneladas por ano no Brasil. Projetos executados através de sistemas convencionais que empregam materiais tradicionais, como alvenaria de tijolos e estrutura de concreto armado, geram significativos volumes de resíduos durante seu processo de construção, sendo que esta tecnologia e materiais são comumente utilizados na construção de escolas padrão elaboradas pelo Governo Federal.

De acordo com Taron (2016), construção, operação e demolição de edifícios é um contribuinte significativo para muitos problemas ambientais globais e relacionados com a saúde humana. O setor da construção é responsável por aproximadamente 40% da emissão dos gases de efeito estufa e 40% do consumo total de energia em muitos países ocidentais.

Além disso, tais sistemas construtivos não favorecem a adaptação, uma vez que há ligação química entre os elementos - através de argamassas, por exemplo - dificultando a desmontagem, reutilização e a adaptação dos layouts dos espaços construídos. Tal ligação química também dificulta a desmontagem e reutilização dos materiais ao final de suas vidas úteis técnicas (LARCHER, 2005).

Adentrando no quesito da prática projetual, de acordo com Santos (2010), para se julgar a qualidade de um projeto deve se analisar alguns fatores tais como a qualidade

da solução proposta, que compreende aspectos como funcionalidade, técnicas empregadas, estética, custos e prazos para execução; a qualidade da descrição dos desenhos e especificações; e a qualidade da justificativa das soluções empregadas para a construção tais como cálculos e explicações. E essas qualidades nem sempre são observadas ou levadas em consideração nas obras públicas, como nos estabelecimentos públicos de ensino.

A madeira na construção tem um amplo campo de aplicação, tanto em estruturas como em acabamentos. Atualmente a madeira é utilizada numa grande diversidade de estruturas que vão desde as componentes estruturais de habitações, às coberturas de médio e grande vão, estruturas de edifícios públicos ou privados para diversos fins, tais como armazéns industriais, ringues de patinagem, piscinas, pavilhões de desportos, passagens pedonais e pontes de todo o tipo. Com respeito aos acabamentos, a madeira pode também ser utilizada em edifícios numa grande lista de elementos construtivos tais como revestimentos de piso e parede, portas exteriores e interiores, portadas, caixilharias, armários, rodapés e cozinhas. A madeira alia um agradável aspecto visual com um bom desempenho estrutural, podendo afirmar-se claramente que a tecnologia disponível tem, em cada momento, condicionado fortemente as soluções possíveis.

Este trabalho visa a concepção de escolas que utilizem materiais de baixo impacto ambiental e que tenham conexões entre seus elementos através de encaixes mais simples e adequados à rápida montagem e desmontagem para que possa reduzir a quantidade de energia gasta, facilitar a manutenção, facilitar o reuso e minimizar o impacto ambiental global dos Módulo Educacional Temporário (DURMISEVIC, 2006).

1.4.2 Social

Segundo Gomes (2011), o analfabetismo entre a população com 15 anos ou mais tem diminuído no decorrer da década passada. Porém, estatisticamente é verificada uma diferença significativa entre a localização rural e o urbano metropolitano das cidades. Apesar dos valores estarem decrescendo, a taxa referente ao meio rural é de aproximadamente 4 vezes ao do meio urbano e isso está demonstrado na seguinte Tabela 1:

Tabela 1 Taxa de analfabetismo da população com 15 anos ou mais, por categorias selecionadas 2001 e 2009

Categorias		2001 (%)	2009 (%)
Região	Nordeste	24,2	18,7
	Sul	7,1	5,5

Faixa Etária	40 anos + 15-17 anos	21,2 3,0	16,5 1,5
Localização	Rural Urbano Metrop.	28,8 5,7	22,8 4,4
Raça ou Cor	Negra (Pretos e pardos) Branca	18,2 7,7	13,4 5,9

Fonte: IPEA. Comunicado nº 66. PNAD 2009. “Primeiras análises: Situação da educação brasileira - avanços e problemas”.

O governo busca a erradicação desse problema, elaborando metas e programas para que isso aconteça o quanto antes. Nesse quesito, a durabilidade da arquitetura pode ser discutida, pois a demanda tende a decrescer a zero enquanto que o edifício tende a durar – teoricamente - 50 anos ou mais. Assim, a arquitetura de caráter temporário não pode ser uma solução menos impactante ambientalmente?

1.4.3 Econômica

Segundo Santos (2010), a legislação vigente no Brasil tem como exigência para a realização da licitação envolvendo serviços e obras de engenharia a condição da existência dos projetos básicos. Estes, por sua vez, acabam tendo as suas fases de desenvolvimento de projeto agravadas devido às urgências e necessidades de uso do objeto e conseqüentemente transformando assim um dos principais processos de projeto em mero cumprimento de formalidades. Como consequência, a elaboração de projetos acaba ocorrendo de forma superficial e com prazos exíguos. A fim de proporcionar um aumento da qualidade dos projetos de caráter temporário, uma padronização dos sistemas é requerida. A padronização está diretamente ligada à industrialização, que beneficia o produto final de várias maneiras como na redução de custos devido à utilização racional de materiais, mão-de-obra e equipamentos, sem retrabalho. O controle e a constante melhora da qualidade tornam-se possíveis, visto que a qualidade dos processos passa a ser mensurável e problemas facilmente detectáveis. Assim, o sistema de arquitetura temporária pode obter vantagens econômicas em relação ao edifício construído de forma tradicional, uma vez que na construção tradicional o desperdício de materiais, entre outras variáveis, é verificado de maneira significativa.

Segundo Durmisevic (2006) o século XXI é o início de uma era que será caracterizada pelas organizações temporárias, multifuncionais, e virtuais. Porém, uma convicção de longa data defendida por muitos autores é que os edifícios duram mais tempo quando compostos de materiais mais duráveis. No entanto, a autora afirma que a prática comum de demolição, a qual resulta em perdas materiais e de energia, apenas prova

que devido às alterações funcionais frequentes, o ciclo de vida de uso dos materiais é muitas vezes menor do que o ciclo de vida técnico dos materiais; os materiais são, muitas vezes, integrados em um conjunto fixo; a substituição de um elemento significa a demolição de outros; o fim do ciclo de vida dos edifícios está associado com a produção de resíduos da demolição.

Ou seja, não há uma otimização coerente entre o tempo de uso da arquitetura com os materiais que a conformam, gerando assim um gasto econômico e energético significativamente altos.

Fazer adaptações em construções tradicionais como, por exemplo, no caso das de alvenaria e concreto armado, tende a ser antieconômico, já que seus materiais e elementos dificilmente são reutilizáveis caso sejam desmontados - justamente por estarem conectados quimicamente entre si (LARCHER, 2005).

Ademais, unidades construídas sem levar-se em consideração o clima, ventos e orientação solar podem gerar desconforto térmico nos usuários do ambiente escolar, o que poderá resultar no aumento dos níveis de consumo de energia com equipamentos como ventiladores, condicionadores de ar e até mesmo aquecedores, notadamente no inverno das regiões frias do Brasil.

1.4.4 Tecnológica

As técnicas tradicionais de construção não são apropriadas para a arquitetura temporária, visto que acarretam desperdício de material e tempo, e não possibilitam a desmontagem de forma seca, dificultando a reciclagem dos componentes para outras ocasiões. O fator tempo possui uma relevância grande, visto que, para atender as demandas flutuantes e temporárias, um curto prazo de tempo para montagem e desmontagem é necessário. Por isso os componentes dos sistemas padronizados já vêm prontos para o local de implantação e só precisam ser montados. É importante durante o projeto de tal sistema levar em consideração a capacidade técnica da mão-de-obra, e a utilização de encaixes de fácil execução, peças leves e materiais familiares STAIB (2008).

1.5 Contextualização no programa

Neste subitem são mencionadas as pesquisas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil (PPGECC) da UFPR que possuem alguma afinidade com a presente pesquisa. No quesito da avaliação ambiental envolvendo a temática da sustentabilidade, Monich (2012) elaborou estudos de avaliação ambiental acerca de uma habitação de interesse social pré-fabricada em madeira no sistema *wood frame* e Castro (2008) pesquisou o uso da madeira em construções

habitacionais, enfocando a experiência do passado relacionada com a perspectiva de sustentabilidade no exemplo da arquitetura chilena. Pode-se dizer, desta forma, que a pesquisa envolvendo a madeira é relativamente frequente dentro do PPGECC, dando mais atenção a aspectos técnicos e tecnológicos. No entanto, a exploração a respeito da aplicabilidade das várias técnicas e sistemas construtivos em madeira envolvendo o fato deles serem desmontáveis e destinados ao ensino superior público, confere a este trabalho certa originalidade dentro do programa.

1.6 Estratégia de pesquisa

Investiga-se neste trabalho através do *Design Science Research* a possibilidade de uma arquitetura temporária – pensada para garantir sua desmontagem e montagem em outro lugar de necessidade – ser melhor que um projeto padrão – comumente de alta durabilidade - do ponto de vista energético e de desempenho.

1.6.1 Unidade de análise

A unidade de análise estabelecida para aplicação do método é o Ciclo de Vida Energético (CVE) das edificações do projeto padrão de escola rural do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação e do módulo educacional temporário desenvolvido nesta pesquisa. O módulo deve, idealmente, ter a capacidade de, após ser utilizado por um determinado tempo, ser desmontado para poder ser remontado em algum outro lugar de demanda sem que haja dano à suas peças; devem estar inseridos no contexto brasileiro, visto que o país, devido a sua grande extensão territorial, possui uma gama de variações de ordem climática, cultural, de relevo, que não pode ser generalizada sem prévia análise, a partir de exemplos internacionais. Assim, como sugerido por Dresch (2015), adotou-se o *Design Science Research* como estratégia de pesquisa.

1.6.2 Delimitação do trabalho

O presente estudo está restrito à proposição de um artefato – projeto - elaborado sob a luz da sustentabilidade na construção civil a partir do estudo de casos de sistemas com as características previamente definidas. Os dados serão obtidos a partir de levantamentos bibliográficos, websites, para se obter as energias embutidas e através de simulações para o desempenho. Não serão feitas simulações e comparações com prédios existentes – oriundo de levantamentos. Será utilizado o projeto padrão - espaço educativo rural com duas salas – para esse fim.

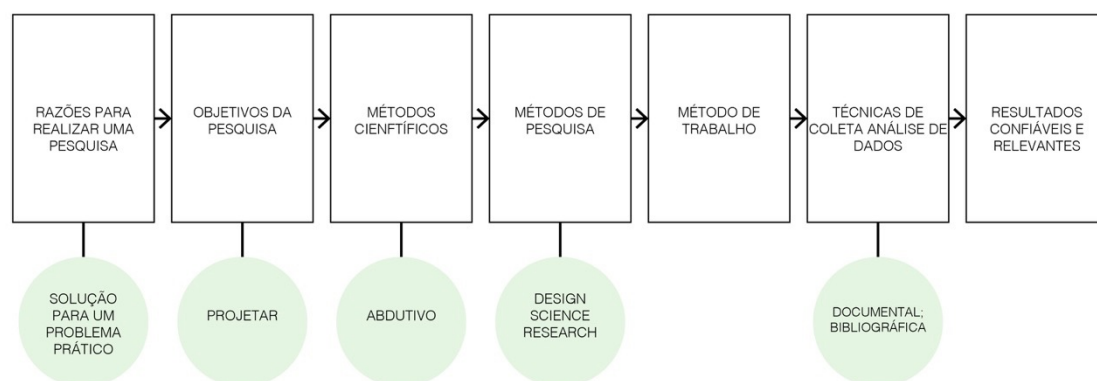
Não foram consideradas na quantificação da energia pré-operacional a energia gasta com serviços preliminares, movimento de terras, equipamentos de obra e nem com o transporte dos trabalhadores.

1.6.3 Justificativa da seleção da estratégia de pesquisa

O presente trabalho utiliza-se da estratégia de pesquisa proposta por Dresch (2015) de *Design Science Research*, em que serão analisados casos múltiplos. De acordo com Dresch (2015), a *Design Science* se caracteriza por ser a ciência que se ocupa do projeto, e por isso tem como finalidade conceber um conhecimento sobre como projetar, e não apenas aplicá-lo. Em virtude disso, a *Design Science* pode ser entendida como a ciência que procura desenvolver e projetar soluções para otimizar e melhorar sistemas existentes, solucionar problemas ou criar novos artefatos – estes, caracterizados como algo que é construído pelo homem, ou objetos artificiais que podem ser entendidos em termos de objetivos, funções ou adaptações -, que contribuam para uma melhor atuação humana (DRESCH, 2015). Existe um termo em português, até então pouco utilizado: a ciência do artificial.

Analizando os pressupostos, hipóteses, bem como a problematização da pesquisa, chega-se na conclusão de que a *Design Science* é o paradigma epistemológico mais adequado, visto que os métodos científicos tradicionais apresentam certas limitações em relação a ele. Como a pesquisa envolve uma proposição de um novo projeto visando a melhorar o projeto existente – espaço educativo rural de duas salas do governo federal (FNDE) – a estratégia (Figura 1) adotada acaba se tornando a melhor escolhida. Isso porque a *Design Science* possui a visão do conhecimento pragmática, ou seja, encara o conhecimento como a serviço da ação e enfatiza a participação, o discurso como um meio de intervenção e a experimentação (DRESCH, 2015).

Figura 1 Estratégia de pesquisa



Fonte: Adaptado de Dresch (2015)

De acordo com Dresch (2015), o método abdutivo mostrado na figura acima torna-se necessário, uma vez que ele é um processo criativo, e sendo assim, melhor indicado para compreender uma situação ou problema, em função do processo cognitivo intrínseco a esse tipo de raciocínio. Se induzir é, a partir da observação dos fatos, identificar regras, e deduzir é a partir das regras reconhecer fatos, abduzir significa, a partir de alguns elementos, criar um novo fato, num processo que envolve a intuição. Diferentemente dos outros paradigmas epistemológicos, a *Design Science Research* busca produzir conhecimento na forma de prescrição a fim de apoiar a solução de problema real, ou um projeto, para dar suporte a construção de um novo artefato. Um aspecto positivo que pode ser observado nesse tipo de abordagem é o fato dele ser uma evolução do conhecimento puramente acadêmico disciplinar para um conhecimento transdisciplinar que possui alcance e relevância também fora da academia, uma vez que aproxima a teoria da prática.

A presente pesquisa tem caráter flexível, pois pretende demonstrar como deve ser o projeto de sistemas de arquitetura temporária em madeira especificamente voltados à arquitetura de instituições públicas de ensino do país.

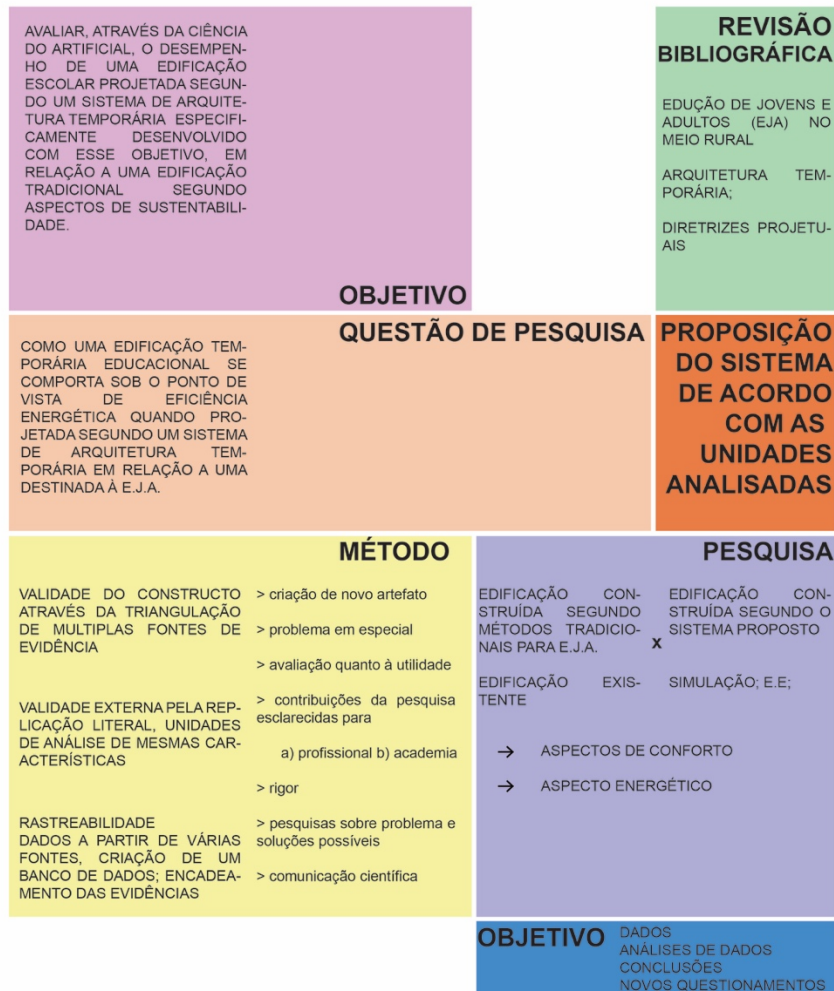
O trabalho busca abordar a temática de sistemas de arquitetura temporária em madeira sob esta nova ótica, das obras voltadas ao ensino público, bem como propor novas perguntas e definir novos pressupostos sobre a temática estudada.

1.6.4 Organização do trabalho

Com o intuito de facilitar a visualização do trabalho, é mostrado a seguir como foi organizada a pesquisa.

1.6.4.1 Método

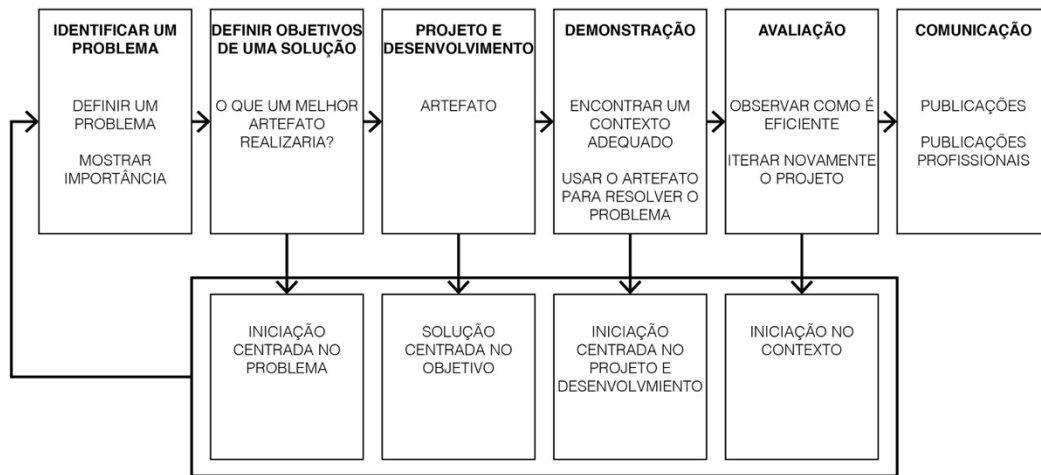
Quadro 1 Organização da pesquisa



Fonte: O autor.

E a seguir é mostrado o diagrama do método adotado no trabalho.

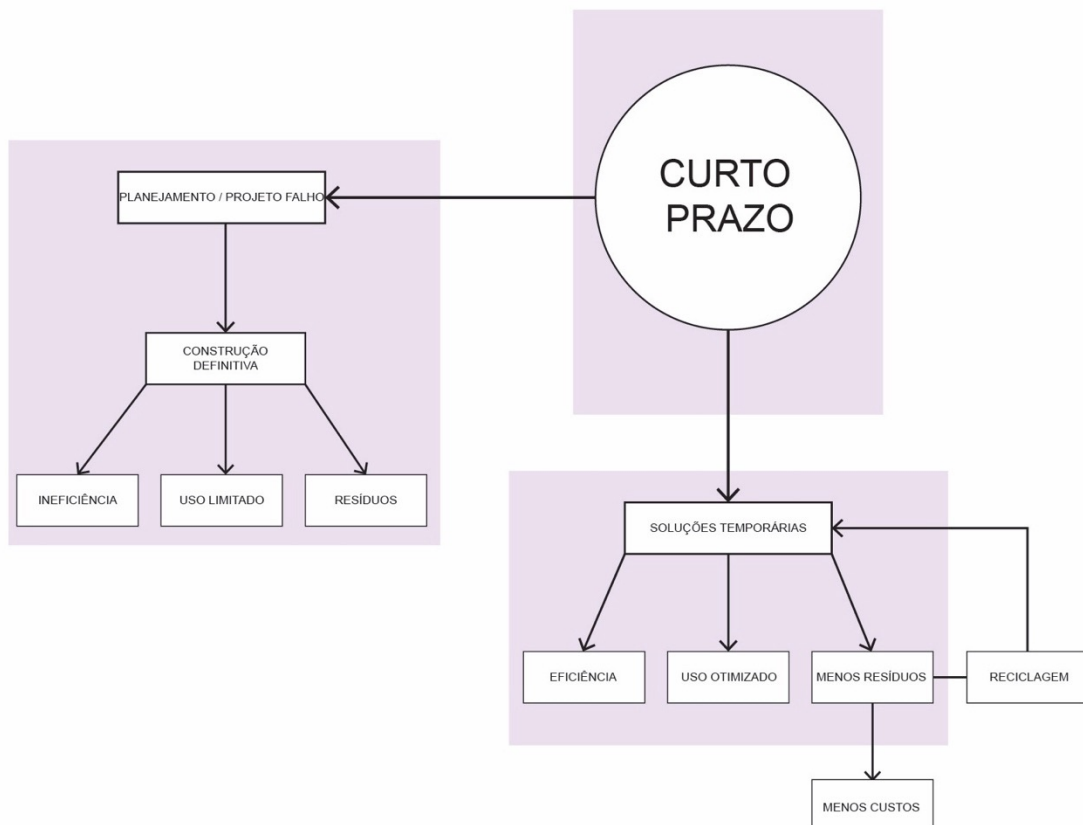
Figura 2 Fluxograma do método



Fonte: O autor.

1.6.4.1 Justificativas da arquitetura temporária

Figura 3 Mapa mental da justificativa



Fonte: O autor.

1.6.5 Testes de validade

De acordo com Dresch (2015), os artefatos elaborados, projetados a partir de uma pesquisa fundamentada em *design* são a prova de sua validade. Os artefatos desenvolvidos devem ser capazes de provar que têm condições de atingir os objetivos estipulados, em outras palavras, que satisfazem plenamente as suas funções. Ainda segundo Dresch (2015), em *Design Science Research*, caracteriza-se como fonte de validade um conjunto de procedimentos para garantir que os resultados gerados pelo artefato provêm do ambiente interno projetado e do contexto externo para qual foi desenvolvido para operar. Para atingir esses passos, é necessário:

- explicar o ambiente interno, o externo e os objetivos de forma clara e precisa;
- informar como artefato pode ser testado;
- descrever os mecanismos que gerarão os resultados a ser controlados.

Validade do Constructo – através da triangulação, que consiste na coleta de dados sobre o mesmo tópico a partir de fontes distintas, sites de arquitetos e projetistas, sites de centros tecnológicos, documentos, entrevistas, artigos e observação. Dentro deste contexto, no presente trabalho será realizada coleta de dados de sistemas de construção temporária, com ênfase em madeira se houver, voltadas a instituições de ensino público, e para garantir a validade do constructo as evidências serão extraídas a partir de artigos científicos, livros, documentos, sites de arquitetos, entrevista com arquitetos e projetistas, verificação de portais e periódicos da área, consulta a empresas especializadas.

1.7 Protocolo de coleta de dados

Este trabalho tem como objetivo projetar um artefato – um sistema de arquitetura temporário educacional em madeira - adequado ao contexto brasileiro através do *Design Science*. Para iniciar o trabalho, pressupõe que o estudo de estratégias anteriormente adotadas em outros projetos de arquitetura temporária em madeira, voltadas a diferentes tipos de edifício, podem auxiliar na identificação de soluções para a elaboração de projetos de um sistema voltado à arquitetura escolar temporária. Outros pressupostos, como o que a grande maioria das construções elaboradas por órgãos públicos, frutos de uma licitação, carecem de cuidados quanto à sua implantação próxima aos edifícios, além de técnicas e materiais também foram considerados. Os pressupostos citados anteriormente possuem justificativas para terem validade, seja nos trabalhos como de Santos (2010), que cita que a legislação vigente no Brasil, tem como exigência para a realização da licitação de serviços e

obras de engenharia a condição da existência dos projetos básicos. Entende-se também que estes, um dos principais processos de projeto, são elaborados somente para um mero cumprimento de formalidades. Porém é sabido de uma dificuldade logo de início, de fato, que é a ausência de pesquisas na linha da arquitetura temporária destinada ao ensino. É uma área que carece de informações técnicas relevantes no âmbito da construção envolvendo a arquitetura. Os registros que se encontram são de caráter jornalístico e informativo. Em virtude disso procura-se através do *Design Science Research* obter relações de sistemas construtivos de arquitetura temporária em madeira voltados à construção de módulos educacionais. Esses sistemas construtivos devem, idealmente, ter a capacidade de, após serem utilizados por um determinado tempo, serem desmontáveis e remontados de novo sem que haja dano à suas peças; devem estar inseridos no contexto brasileiro, visto que o país, devido a sua grande extensão territorial, possui uma gama de variações de ordem climática, cultural, de relevo, que não pode ser aproximada pela média sem prévia análise, a partir de exemplos internacionais. Yin (2001) afirma que a estrutura da questão de pesquisa muitas vezes direciona a estratégia de pesquisa a ser utilizada em um trabalho. Questões iniciadas com os termos "como" e "por que" tendem a direcionar o uso das estratégias de pesquisa experimento, pesquisa histórica e estudo de caso. Porém, como o método empregado nesta pesquisa é o *Design Science Research*, as estratégias serão diferentes no que tange o estudo de caso, uma vez que serão estudados e elaborados artefatos. E por tanto, a presente pesquisa, de caráter exploratório, utiliza-se da estratégia de pesquisa do *Design Science Research*, em que serão estudados historicamente sistemas construtivos e suas aplicações quanto a efemeridade, montagem e desmontagem, bem como projetos de caráter emergenciais e textos e projetos sobre arquitetura escolar, visando a busca por artefatos e ou embasamento teórico para poder projetá-los. Para isso a revisão bibliográfica envolvendo livros, artigos, informações de sites tecnológicos e de arquitetos será levada em consideração.

Tendo a problematização da pesquisa em mente, foram elaborados e analisados artefatos – voltados para o ensino - projetados a partir de diferentes sistemas construtivos visando a ter bagagem suficiente para propor uma melhor solução. Através da revisão bibliográfica, em que serão abordados as conceituações históricas, elementos construtivos dos sistemas e conceituação do que é arquitetura escolar, será elaborada a proposição teórica dos espaços. Tendo proposto a qualidade espacial dos ambientes, então os artefatos selecionados serão analisados a fim de se obter relações construtivas dos sistemas utilizados, e deles extrair as melhores

combinações e proposições dos sistemas levando em consideração algumas variáveis, tais como, sistema construtivo, organização espacial dentre outros.

1.8 Método de análise de dados

Para este trabalho será utilizado o método de análises comparativas descritos por Yin (2001). Buscar-se-á analisar as potencialidades dos sistemas construtivos em madeira em relação ao projeto padrão do FNDE, como as possíveis técnicas empregadas na montagem, qualidade espacial alcançada, desempenho atingido e energia embutida. Serão produzidos gráficos para se fazer comparações, modelagens e simulações de desempenho térmico e energético, entre outros métodos.

2 Arquitetura temporária

Toda arquitetura é temporária, no sentido em que toda construção possui um potencial, uma estimativa de vida útil ao passo que sofre corrosão e desgaste dos elementos que a compõem. Porém, há construções mais efêmeras do que outras e o que as diferencia é, além de tudo, a consciência de um tempo de vida pré-determinado.

Para Paz (2008), é num contexto determinado de necessidades que se desenvolve a atratividade da arquitetura efêmera, surgindo frequentemente associada a desastres naturais, eventos ou inovações experimentais, usadas para testar processos e materiais. Os arquitetos encontram na arquitetura efêmera uma forma de expressão que permite explorar relações entre espaço, ambiente e pessoas, visto que a maior parte destes projetos está relacionada com propósitos de coexistência, que procuram gerar encontros sociais.

A arquitetura efêmera é a forma que se tem de otimizar, potencializar a eficiência do espaço, ao mesmo tempo em que se procura obter o mínimo de impactos pós-ocupação das construções, garantindo assim a flexibilidade.

A qualificação deste tipo de arquitetura está nas suas características e propriedades: é uma arquitetura de montagem rápida, ou seja o rápido provimento de suas peças também está implicitamente relacionado, se comparada à arquitetura convencional, mas que com as novas tecnologias, bem empregadas, pode proporcionar o mesmo conforto de um projeto equivalente; existe em um tempo e espaço determinado, portanto o objeto arquitetônico é desfeito (desmontado) assim que perde sua significância, não deixando para trás construções vazias sem a mesma significância que um dia tiveram.

A obra existe separadamente da paisagem, ao ser implantada no sítio de projeto, não altera características naturais de modo significativo da área e de alguma maneira tenta se integrar ao entorno. A arquitetura pode ser efêmera portátil, capaz de ser carregada para onde se quiser, ou pode ser efêmera e não portátil.

Em virtude do objetivo deste trabalho, que é propor um módulo educacional temporário dedicado à Educação de Jovens e Adultos no meio rural, nos capítulos seguintes sobre o ponto de vista projetual e prático são abordadas obras de caráter temporário exigidas pelas demandas flutuantes.

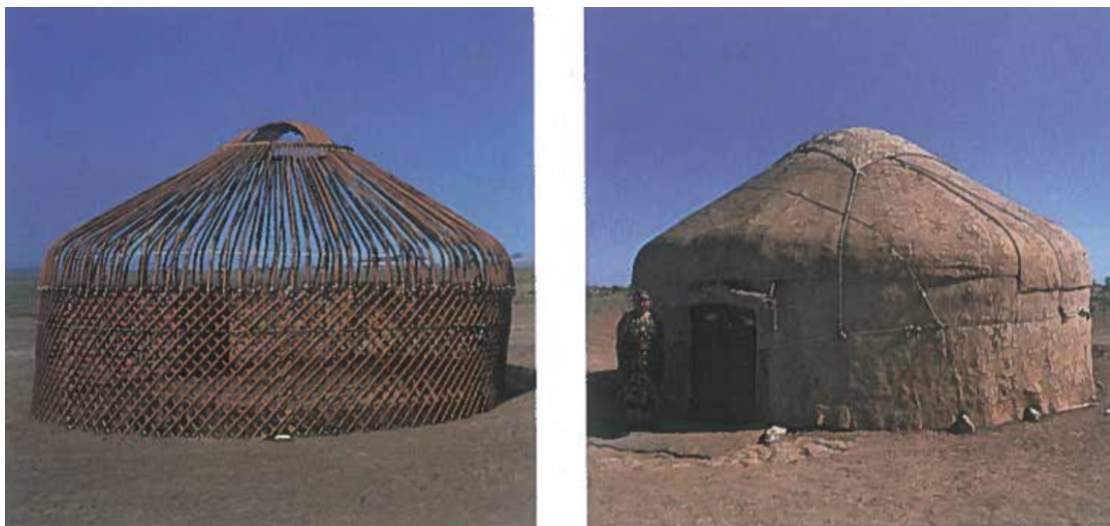
2.1 Arquitetura temporária como solucionador de demandas flutuantes

A arquitetura tradicional muitas vezes exibe uma consciência sofisticada das características essenciais de um sentido de lugar e a importância do lar. Por esta razão, a arquitetura vernacular é uma referência importante no estudo do potencial de edifícios transportáveis, outro é a resposta finamente sintonizada que esses edifícios trazem para climas severos e extremos usando o mínimo de materiais de forma estrutural mais leve. O ser humano necessita abrigo para sobreviver aos climas extremos do mundo, e quando a natureza da existência é baseada em um estilo de vida transitório, como foi para os primeiros povos, então a capacidade de criar um abrigo portátil ou temporário é um dos, se não o fator humano mais importante na sua sobrevivência.

Segundo Staib (2008), os primeiros protótipos de casas pré-fabricadas foram desenvolvidos há milhares de anos pelos povos nômades. Eles estavam em constante movimento em busca de um habitat melhor, e se protegendo das intempéries em abrigos ou cabanas. Eles usavam troncos de árvores, galhos, folhas, peles e couros de animais para estruturar e conformar os abrigos.

De acordo com Staib (2008), para que não precisassem sair em procura de novos materiais de construção em cada nova localização de moradia, os nômades costumavam coletar materiais que poderiam ser facilmente transportados e montados. Era importante que os materiais fossem leves, fáceis de se manusear, e que não se consistissem em muitas peças individuais. Cada peça era escolhida para atender a função desejada. Técnicas têxteis leves foram desenvolvidas para se adaptarem as diferentes regiões, climas e tradições.

Figura 4 Arquitetura nômade



Fonte: Staib (2008)

Através das modificações no abrigo, mais conforto e maior facilidade de manutenção poderiam ser incorporados ao edifício. Conforme o ser humano desenvolve o conhecimento para se engajar na agricultura e, posteriormente, estabelecer assentamentos permanentes, o mais antigo destes edifícios, sem dúvida, tornou-se o precursor de estruturas permanentes. As estruturas em arco e em abóbada podem ser remontados às primeiras evidências de arquitetura temporária (KRONENBURG, 2013).

A natureza do relacionamento das populações nômades e migratórias com as terras que habitam também pode ser examinada a fim de desenvolver a compreensão de um dos fatores cruciais na criação de novos ambientes: a geração de um sentido de lugar. Alguns povos tiveram uma compreensão íntima de seu lugar na paisagem, que se estende às relações entre seus edifícios e ao layout dos espaços interiores. Foram desenvolvidos padrões sofisticados e simbólicos que ajudam na compreensão espacial, que parece ser um fator essencial na existência humana. Em algumas sociedades, apenas o sinal mais simples ou mais efêmero é necessário para que as pessoas determinem a imagem conceitual que configura uma série de sensibilidades complexas, como compreensão, lembrança e pertencimento. Não é razoável supor que essa compreensão do ambiente físico, que traz sentimentos universalmente compreendidos, poderia fornecer pistas simples interpretadas para a compreensão humana sobre o que cria um sentido de lugar no ambiente construído. Essas ideias fornecem lições para os arquitetos que se esforçam para criar espaços públicos significativos e edifícios para uma sociedade complexa, e moradias que são apropriadas ao conceito de casa para um indivíduo. Em essência, esses exemplos mostram que é possível criar com as estruturas temporárias, efêmeras, transitórias na paisagem (rural e urbana), a identidade arquitetônica sem a necessidade de uma arquitetura permanente (KRONENBURG, 2013).

E quando se analisa o ponto de vista da demanda por essa arquitetura temporária, e da identidade arquitetônica atrelada à ela, no decorrer das últimas décadas, torna-se difícil não discutir sobre as estruturas temporárias destinados a solucionar problemas emergenciais de habitações (e outros usos como escolas) pós-desastres. O Centro de Investigação sobre a Epidemiologia dos Desastres tem vindo a manter uma base de dados de eventos de emergência (EM-DAT, sigla em inglês de *Emergency Events Database*), que foi apoiada pela Organização Mundial da Saúde e pelo Governo belga. A base de dados fornece as informações mais aprofundadas sobre desastres naturais e seus impactos, datando desde 1900. Analisando o número global de desastres naturais da base de dados EM-DAT, pode-se observar que, embora o número de desastres naturais tenha permanecido relativamente não significativo entre

1900 - 1940, eles aumentaram exponencialmente até o ano 2000, com números passando de 5 a 527 durante esse período, apesar das flutuações entre esses mesmos anos. A década mais recente tem registado um declínio no número de catástrofes naturais, com 2014 registrando 344 desses eventos, que foi comparável aos níveis de 1997 - 1998 (PERRUCCI e VAZQUEZ, 2016).

Os números registrados pelo Centro de Investigação são expressivos e abarcam os acontecimentos de desastres naturais mais impactantes enfrentados pelos países como Japão, China, Turquia, E.U.A, dentre outros.

As catástrofes naturais não possuem grande impacto somente nos países desenvolvidos, como os EUA, mas também nos países em desenvolvimento. É o caso do terremoto que devastou a ilha do Haiti em 2010. Este terremoto matou aproximadamente 316.000 pessoas e feriu muitas outras. O dano final no entanto foi que o terremoto de magnitude 7,0 deixou mais de um milhão de haitianos desabrigados. Na época do terremoto, o Haiti foi rotulado como o país mais pobre do hemisfério ocidental. Dito isto, o país enfrentou o desafio de lidar com uma grande população desabrigada após o terremoto. A solução temporária empregada era o uso de tendas improvisadas, que forneceram um certo abrigo, mas trouxeram outros problemas tais como doenças (PERRUCCI e VAZQUEZ, 2016).

As moradias temporárias podem ser definidas como estruturas que abrigam pessoas em comunidades afetadas por algum tipo de desastre, enquanto o assentamento de uma habitação temporária é o complexo urbano resultante da construção de moradias temporárias juntamente com outros serviços (educacionais, de saúde, etc.) para servir a comunidade afetada por desastres. A necessidade de habitações temporárias é urgente quando os sobreviventes de catástrofes não podem viver em suas antigas residências. Em geral, casas temporárias exigem uma rapidez na construção. O processo pode ser acelerado através de vários métodos. Por exemplo, fazendo uso de materiais produzidos ou disponíveis no local, certamente economiza o tempo de transporte de produtos e materiais de locais distantes. Também é de grande importância a participação dos usuários no processo de construção. Outro método importante é o uso de estruturas pré-fabricadas e componentes de construção que requerem montagem simples (e, portanto, diminuindo o tempo de construção) para serem montados nos locais (ABOULNOUR, 2014).

No quesito que tange às construções de carácter temporário construídos com os materiais da região é interessante entender que as demandas podem ser sanadas utilizando até os materiais mais simples. Uma técnica não usual conhecida como "superadobe" concebida pelo arquiteto iraniano Nader Khalili consiste em criar moradias em forma de cúpula que são construídas principalmente de materiais do

local abundantemente disponíveis. Sacos de areia padrão de polipropileno (35 - 45 cm de diâmetro) são preenchidos com areia ou argila e, em seguida, enrolado em forma circular ou em espiral e mantido no lugar com arame farpado entre cada camada. (ABOULNOUR, 2014).

O fato de empregar materiais do local pode gerar uma boa economia, pois não há necessidade de transportar os materiais nem esperar por mão-de-obra especializada. Desta forma, é possível evitar os atrasos e os custos com transporte, bem como os custos para comprar materiais estrangeiros e pagar mão-de-obra externa (FÉLIX, BRANCO e FEIO, 2013).

Figura 5 Arquitetura temporária construída com materiais do local



Fonte: Abounour (2014)

Ainda de acordo com Aboulmour (2014), depois de um terremoto ter atingido a Caxemira e o Paquistão em outubro de 2005, houve uma oportunidade para a comunidade desempenhar um papel importante através da reconstrução dos abrigos feitos pela técnica "superadobe". A equipe de design de Khalili (em colaboração com as autoridades locais) organizou sessões de treinamento para demonstrar o processo construtivo para a comunidade local. Essas sessões mostraram-se um sucesso à medida que o conhecimento do método construtivo se espalhava entre a comunidade e a construção das unidades habitacionais poderia ser feita de forma independente. Foi possível construir o abrigo de até quase 5 metros de largura em um único dia por uma família de quatro pessoas. Segundo o arquiteto iraniano, aspectos como durabilidade e capacidade de resistir a fatores ambientais severos são fundamentais para o processo de projeto. Nas moradias "superadobe", a própria terra atua na

qualidade de material de construção fornecendo isolamento e proteção ao fogo. A forma aerodinâmica da cúpula também aumenta sua capacidade de resistir à força e às turbulências do vento. A escolha da forma aerodinâmica também é bem sucedida no que diz respeito à minimização da exposição a condições ambientais (especialmente radiação solar). Além disso a cúpula também é uma solução estrutural que dispensa as estruturas tradicionalmente empregadas como vigas e pilares.

Uma vez que a comunidade local tem o conhecimento para lidar com materiais locais e as técnicas de construção, a construção de casas temporárias pode se iniciar de forma mais célere, sendo mais econômica e ambientalmente sustentável (FÉLIX, BRANCO e FEIO, 2013).

Figura 6 Arquitetura temporária em “superadobe”



Fonte: Abounour (2014)

Indo no caminho contrário do processo de projeto tratado pelo arquiteto iraniano, há casos em que a construção temporária já surge com inúmeros problemas desde o início, como as salas de aula portáteis, criadas para atender às flutuações demográficas, comumente empregadas durante as últimas décadas na Austrália como, por exemplo, em New South Wales, localizada na porção sudeste do país. De acordo com Ben e Hyde (2015), o conforto interno não parece ter sido um objetivo prioritário no projeto original. A estrutura leve do edifício, mal isolada, não é adequada para a criação de um ambiente térmico interno aceitável, particularmente nos climas mais extremos, distantes da costa de New South Wales.

De acordo com Perrucci e Vazquez (2016), isso decorre da má tomada de decisões, falta de compreensão das necessidades dos usuários e falta de realização e adaptabilidade às condições locais.

Figura 7 Salas de aula portáteis australianas



Fonte: Ben e Hyde (2015)

Originalmente foram utilizadas três estratégias passivas para tentar manter o conforto dentro da sala de aula: sombreamento das janelas, oportunidade considerável para a ventilação cruzada através de janelas opostas e o uso de *fly roofs* (estrutura de cobertura que funciona como uma proteção contra intempéries sem reter o ar aquecido dentro do espaço principal que cobre) em climas particularmente quentes. O controle ambiental por equipamentos mecânicos foi introduzido a todos os desmontáveis e substituiu o *fly roof* em 2003 (BEN e HYDE, 2015).

Figura 8 Salas de aula portáteis australianas



Fonte: Bisset (2015)

Em se tratando de construções temporárias utilizando componentes pré-fabricados, o uso de "sistemas pré-fabricados fechados" para o fornecimento de abrigos emergenciais é comumente criticado. O termo "sistemas pré-fabricados fechados" é o processo de industrialização de casas possuindo configurações rígidas e não modificáveis em suas formas, e transportáveis para os seus locais de implantação. Uma grande desvantagem desses sistemas é a sua inflexibilidade para satisfazer as necessidades variadas de sobreviventes de desastres (ABOULNOUR, 2014).

A solução habitacional *Ex-container*, projetado por Yasutaka Yoshimura Architects, representa um esforço para sanar a carência das populações desabrigadas após a devastação generalizada causada pelos terremotos e tsunamis que assolaram o Japão em 2011. O *Ex-container* emprega o sistema fechado tratado anteriormente e sua ideia depende do uso de casas elaboradas através do uso de contêineres (casas pré-fabricadas fechadas) que são construídas e montadas em fábricas e depois transportadas para os locais designados (ABOULNOUR, 2014).

Figura 9 Arquitetura temporária: Ex-container

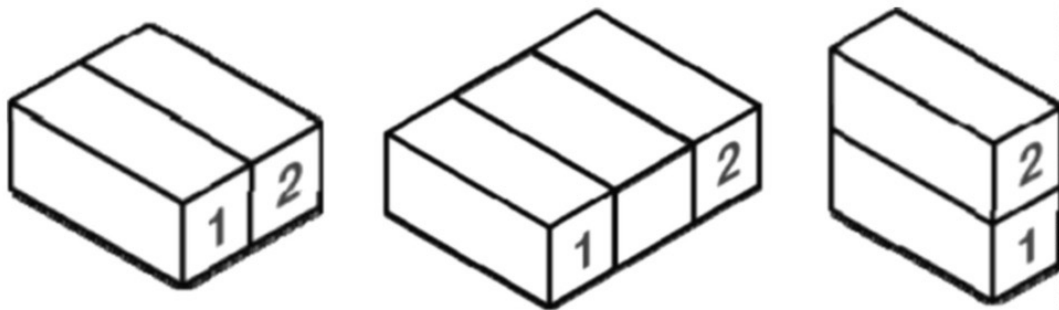


Fonte: (Esquerda) Montagem do Ex-container. (Meio) Implantação no terreno. (Direita) Visão do interior. Acessado em: http://exc.ysmr.com/container_e/

O *Ex-container* pode ser montado em diferentes configurações. As unidades podem ser conectadas horizontalmente usando dois contêineres de 6 metros de lado a lado. Isso resulta em uma área aproximada de 28 metros quadrados, incluindo banheiro, cozinha e sala de estar. As unidades também podem ser agrupadas horizontalmente com um intervalo entre elas resultando em uma área maior de aproximadamente de 50 a 60 metros quadrados. Em locais menores onde os terrenos são significativamente apertados, as unidades podem ser montadas verticalmente uma sobre a outra. O *Ex-container* ainda demonstra uma certa inflexibilidade em relação ao seu *layout* interno. Extensões e modificações nas unidades originais são difíceis de aplicar justamente por elas serem sistemas fechados montados em fábricas e por

não envolverem a participação dos beneficiários da casa nem nos processos de projeto e construção. Isso reduz a interação dos ocupantes da casa com as soluções habitacionais e reduz as probabilidades de aplicação de modificações e intervenções no interior das unidades. Os usuários somente podem escolher entre os tipos de arranjos pré-determinados pelo projeto conforme a Figura a seguir.

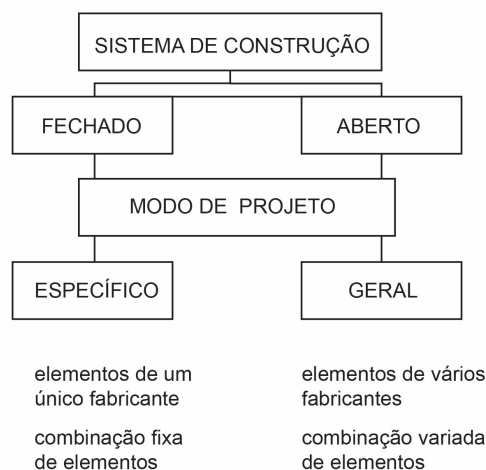
Figura 10 Tipos de arranjos do Ex-container



Fonte: Abounour (2014)

Os sistemas definem as relações entre os elementos individuais dentro de um princípio organizacional geométrico. Nos sistemas de um edifício, a soma dos elementos e a maneira como eles são combinados é determinado no projeto. Os elementos construtivos de um edifício e a maneira como eles são fixados juntos devem ser sistematicamente coordenados desde a fase de concepção de projeto. E para se poder atingir tal tipo de padronização, deve ser levada em consideração a Figura a seguir (STAIB, 2008).

Figura 11 Tipos de sistemas de construção



Fonte: Adaptado de Staib (2008)

Nos sistemas fechados todos os elementos são produzidos por um único fabricante. Os sistemas fechados podem ser desenvolvidos tanto para prédios inteiros ou como parte dos sistemas, para as fachadas, para aguentar carregamentos ou para interiores. Todos os elementos são coordenados e harmonizados uns com outros e não podem simplesmente ser trocados, alterados ou estendidos como desejado. Os elementos de um sistema fechado somente podem ser usados dentro de um sistema particular (STAIB, 2008).

Sistemas abertos oferecem a oportunidade de se usar produtos de diferentes fabricantes. Comparados com o sistema fechado, utiliza-se a combinação de vários elementos construtivos pré-fabricados para compor o edifício. Ao se projetar com o sistema aberto, o projetista determina a função de cada componente e seleciona os fabricantes em potencial para tais elementos. A fim de minimizar as dificuldades de montagem, os elementos são, antes de tudo, padronizados, coordenando os dimensionamentos e decisões acerca das regras de montagem e variações são elaboradas. Deve haver a possibilidade de se adicionar, trocar e variar os tipos dos elementos padronizados a fim de que permita variações conforme as mudanças de função dos edifícios (STAIB, 2008).

Devido aos problemas dos sistemas fechados, uma abordagem mais bem sucedida seria a implementação de "sistemas pré-fabricados abertos", em que os componentes padronizados são fornecidos em fábricas e transferidos para os locais de construção de moradias temporárias. Os sistemas abertos proporcionam várias possibilidades de montagem. Esses sistemas permitem uma maior economia para as comunidades atingidas por desastres, pois adquirir os componentes leves pré-fabricados saem mais baratos do que alterar uma habitação fornecida inteira pelo sistema fechado, sendo também social e culturalmente aceitáveis (ABOULNOUR, 2014).

Em contraste com as deficiências atribuídas aos sistemas pré-fabricados fechados, o uso de sistemas pré-fabricados abertos pode resultar em soluções habitacionais baratas, fáceis de construir, modificáveis e envolvendo a participação da comunidade. Na concepção da *Paper log house*, casa de caráter temporário, projetada por Shigeru Ban em resposta ao terremoto de Kobe ocorrido em 1995, foram tomadas considerações para tornar a solução da habitação barata, fácil de montar e isolada contra as condições de verão e de inverno sem necessitar de uma habilidade sofisticada. O sistema aberto empregado na casa baseia-se na utilização de tubos de cartão leve desenvolvidos em fábricas e transportados para os locais de construção para serem montados em casas de formas e configurações variadas. Os tubos são simplesmente montados por porcas e parafusos. A fundação da *paper log house* é feita a partir de caixas carregadas com sacos de areia. Foi utilizado como telhado um

material de lona. A casa também possui uma escotilha de telhado operável que é aberta no verão para permitir que o ar circule e fechado no inverno para reter ar quente. Outra característica notável desta solução habitacional é o sentido estético. O uso de materiais quentes semelhantes à madeira no exterior e no interior das unidades é fortemente evidenciado para dar um sentido "caseiro". Além disso, quando as casas são implantadas em conjunto no local, o espaço de 6 metros de largura entre as casas é utilizável como uma área comum (ABOULNOUR, 2014).

Figura 12 Sistema construtivo da Paper log house de Shigeru Ban

Fonte: Acessado em: <http://indayear2studio-1314s1.blogspot.com.br/2013/09/pins-case-study-shigeru-bans-paper-log.html#.WKWbAs7ytE4>.

Figura 13 Construção da casa projetada por Shigeru Ban



Fonte: Abounour (2014)

Durante a fase de concepção, é crucial criar soluções tão flexíveis quanto possível, a fim de facilitar as adaptações necessárias à reutilização. Também é essencial tornar os usuários capazes de personalizar suas unidades, fazendo adições ou modificações de acordo com suas necessidades e possibilidades. Em cenários de desastres, algumas vezes a própria casa é um local de trabalho para as famílias e a flexibilidade é crucial para permitir simples e rápidas transformações que tornam a unidade capaz de acomodar esses espaços multifuncionais (FÉLIX, BRANCO e FEIO, 2013).

De acordo com Bashawri, Garrity e Moodley (2014), o material dos abrigos deve ser fácil de reciclar, reutilizar, revender e realocar depois que um abrigo for desmontado. E segundo Arslan (2007), um abrigo pode ser chamado de “reciclável” quando pode ser parcialmente ou completamente reproduzido a partir de materiais desmontados. Reconhece-se que a reciclagem é ambientalmente benéfica, embora a desmontagem, a triagem de coleta e o processamento de materiais em novos produtos também acarretem impactos ambientais significativos. Portanto, é fortemente sugerido que os abrigos sejam feitos de materiais que possam ser reciclados, reutilizados em vez dos que são simplesmente descartados após o uso. Essas estruturas podem mesmo ter um efeito positivo no ambiente se forem projetadas desde o início com um propósito duplo na mente, pensando no futuro e em seu reuso. Alternativamente, os abrigos que

são difíceis de modificar e reutilizar tendem a produzir mais poluição, consomem mais recursos e, portanto, causam impactos negativos sobre o meio ambiente.

2.2 Arquitetura transportável

De acordo com Werner (2013), ao longo dos anos, muitos pesquisadores desenvolveram classificações para arquitetura transformável ou transportável. Indiferente se a nomenclatura fosse transformável, cinética ou destacável, os métodos de classificação baseiam-se na perspectiva e campo de estudo de cada autor (Quadro 1). A categorização pode ser obtida de uma observação estrutural e mecânica, ou uma avaliação de aplicações e mecanismos considerando as transformações extremas das estruturas. A consideração mais importante a ser feita é que um único edifício não necessariamente pertence a uma única classe, características e sistemas podem ser diversos e ter lugar em mais de uma subcategoria.

Quadro 2 Comparativo entre as classificações de arquitetura transportável

Quadro comparativo e classificações de grupos existentes	
Pesquisadores	Grupos de classificação
R.H. Kronenburg Estrutura cinética	1. Edifícios totalmente portáteis e transportáveis que são fabricados inteiros. 2. Edifícios transportáveis e que são montados no local utilizando peças transportáveis. 3. Edifícios desmontáveis que são totalmente desmontados numa série de componentes para o transporte.
Zuk e Clark Arquitetura cinética através de aplicações arquitetônicas e aspectos estruturais	1. Estruturas cinéticas controladas estáticas 2. Estruturas automontáveis dinâmicas 3. Componentes cinéticos 4. Arquitetura reversível 5. Arquitetura incremental 6. Arquitetura deformável 7. Arquitetura móvel

Quadro comparativo e classificações de grupos existentes	
Pesquisadores	Grupos de classificação
	8. Arquitetura descartável
Alan Brookes Tipo de estrutura de arquitetura portátil com uma perspectiva de pré-fabricação	1. Embalado (flat packed) 2. Pantógrafo 3. Sistemas de Membrana 4. Pneumática 5. Estruturas Tênsil 6. Pods ou Cápsulas
Maziar Ase Tipos estruturais de arquitetura transformável	1. Estruturas tênsil transformáveis 1.1. Membrana tênsil transformável - estruturas de tecido transformáveis - estruturas pneumáticas 1.2. Transformável-compressível transformável - tênsil - não-tênsil intransponível 2. Estruturas de flexão e compressão transformáveis 2.1. Estruturas de barras espaciais - pantográficas com barras retas - pantográficas com barras anguladas - estruturas recíprocas 2.2. Quadros estruturais espaciais

Quadro comparativo e classificações de grupos existentes	
Pesquisadores	Grupos de classificação
Felix Escrig Tipos de estruturas transformáveis	1. Estruturas dobráveis 2. Tênsil 3. Teto retrátil 4. Estruturas de guarda-chuva 5. Estruturas móveis 6. Estruturas destacáveis 7. Estruturas levantadas

Fonte: Adaptado de Werner (2013)

Os objetos arquitetônicos relacionados com a transportabilidade de suas partes ou em todo tendem de um modo geral a possuir caráter efêmero - de alguma forma elas são móveis e são projetadas especificamente para implantação em diferentes situações e / ou locais. As classificações de Kronenburg são consideradas como as mais relevantes, pelo menos para esta pesquisa, devido a abrangência que elas alcançam dentro de uma variedade grande de estruturas temporárias. Elas conseguem abarcar as mais variadas especificidades tratadas pelos outros autores utilizando somente as três diferenciações mostradas.

Esclareço aqui os três tipos específicos segundo Kronenburg (2013):

1 - Edifícios portáteis são aqueles que conseguem ser transportados inteiros e intactos, e podem, às vezes, possuir o próprio método de transporte dentro de suas estruturas (rodas, por exemplo) podendo ser rebocados ou transportados - e ainda alguns podendo ser descritos como auto-suficientes. E geralmente são fabricados por inteiro e então transportados para o local de implantação.

2 - Edifícios relocáveis são aqueles que são transportados em partes e montados no local de modo quase que instantâneo, podendo ser utilizado logo em seguida. Estes são transportados, mas em alguns casos limitados podem ter parte de seu sistema de transporte incorporado em sua estrutura.

3 - Edifícios desmontáveis são aqueles que são transportados em um número de peças para montagem no local estipulado pelo projeto. Eles são muito mais flexíveis em tamanho e *layout* e geralmente podem ser transportados dentro de um espaço relativamente compacto. Têm algumas das limitações que as operações do local trazem a um edifício convencional e dependendo do tamanho, da complexidade e da ingenuidade do sistema podem comprometer a velocidade de montagem do edifício.

Esses tipos de edifícios podem ainda ser divididos em categorias de implantação: módulo; embalado (*flat pack*); tensionado; pneumático; e sistema combinado.

De acordo com Kronenburg (2013), dentro dessas classificações gerais há, no entanto, uma ampla gama de variações de tamanho, forma e função ligados aos edifícios. Relativamente pequenos edifícios portáteis e desmontáveis são objetos comuns que algumas vezes fazem parte do fundo de nossos ambientes urbanos e rurais, às vezes simpáticos, porém mais geralmente vistos como uma intrusão indesejável que exemplifica a abordagem não pensada quanto seu projeto (*design*) e localização por parte de quem o concebeu. Às vezes, um edifício temporário é incumbido a desempenhar uma função que se relaciona com uma organização, um indivíduo, uma imagem da sociedade, propósito ou ambição. Neste caso, se uma abordagem esclarecida é tomada durante a fase de projeto, pode-se resultar num edifício reutilizável em vez de um que é desperdiçado ou abandonado.

O edifício portátil pode ser encontrado em muitas esferas da atividade humana, no entanto, é apenas em pequena percentagem destes casos que o edifício foi projetado especificamente para esse fim. Quanto projetado adequadamente, isso pode ser visto como uma vantagem, pois possibilita flexibilidade e diversidade de finalidade futura do edifício.

A definição do edifício portátil ou transportável não é uma tarefa simples. De alguma forma ela se relaciona com a definição de arquitetura em comparação com a da construção. Como todas as construções habitáveis, essas estruturas devem desempenhar as funções de modificação ambiental e bem como darem o suporte necessário às atividades a serem realizadas dentro de seu recinto. Mas se quiserem também expressar em sua aparência e disposição a manifestação física das ambições de seu criador, então o tipo de construção deve ser chamado de arquitetura (KRONENBURG, 2013).

2.3. Referências de arquitetura educacional transportáveis

2.3.1. Sala de aula portátil por Studio Jantzen (edifício desmontável)

A sala de aula portátil desenvolvida pelo Studio Jantzen foi pensada para possibilitar uma rápida construção através do uso do kit de peças. Este, segundo o arquiteto Christof Jantzen, proporciona um custo eficiente, permitindo: além da construção rápida citada anteriormente, a construção simples no local flexibilidade.

Figura 14 Maquete da sala de aula portátil e desmontável

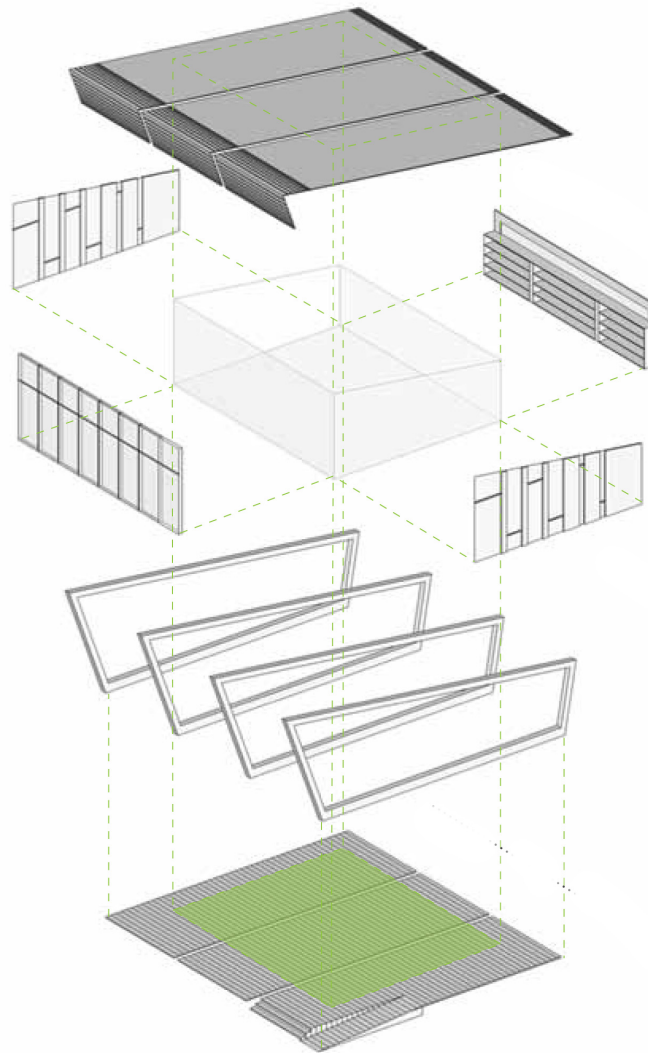


Fonte: Studio Jantzen. Acessado em: <http://www.studiojantzen.com/project/st-louis-river-circle-9/> .

A adoção de princípios específicos para cada sistema particular permite que elementos individuais sejam combinados dentro de um sistema de construção para produzir um edifício. Dependendo do sistema, o elemento pode ser um tijolo na construção de alvenaria, uma parede painel na construção ou uma unidade de quarto numa construção modular. Para se obter um projeto completado corretamente, há a necessidade coordenar e harmonizar os elementos individuais, por exemplo, utilizando corretamente a técnica uniformemente para fazer as conexões. Nas obras mais complexas, os elementos individuais são organizados de acordo com suas funcionalidades, por exemplo, os elementos primários sendo as estruturas para suportar as cargas e os elementos secundários como sendo o envelope, etc (STAIB, 2008).

O conceito de estruturas desmontáveis muda o paradigma da tecnologia de construção tradicional, que muitas vezes não considera a reutilização de peças estruturais no final de sua vida útil. As estruturas desmontáveis são geralmente capazes de ser facilmente erigidas e desmontadas, e são capazes de se adaptar a diferentes situações (VIPULKUMAR, LI, ASLANI, 2017).

Figura 15 Elementos arquitetônicos da sala desenvolvida pelo Studio Jantzen

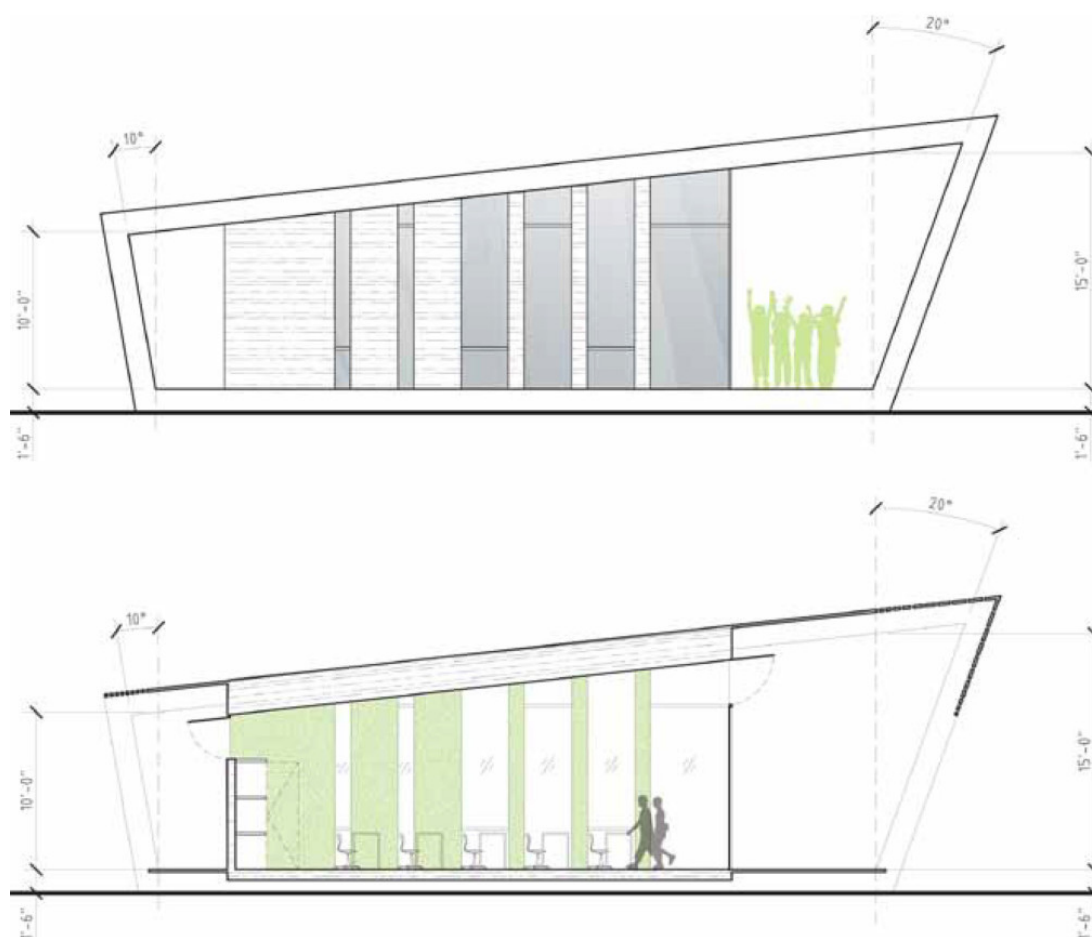


Fonte: Studio Jantzen. Acessado em: <http://www.studiojantzen.com/project/st-louis-river-circle-9/> .

O desenho isométrico acima permite compreender a composição espacial do projeto através de poucos elementos construtivos.

Segundo o Studio Jantzen, a plasticidade pode ser alcançada através de: integração de móvel flexível, e tecnologias que fornecem ao usuário o controle da luz e ventilação.

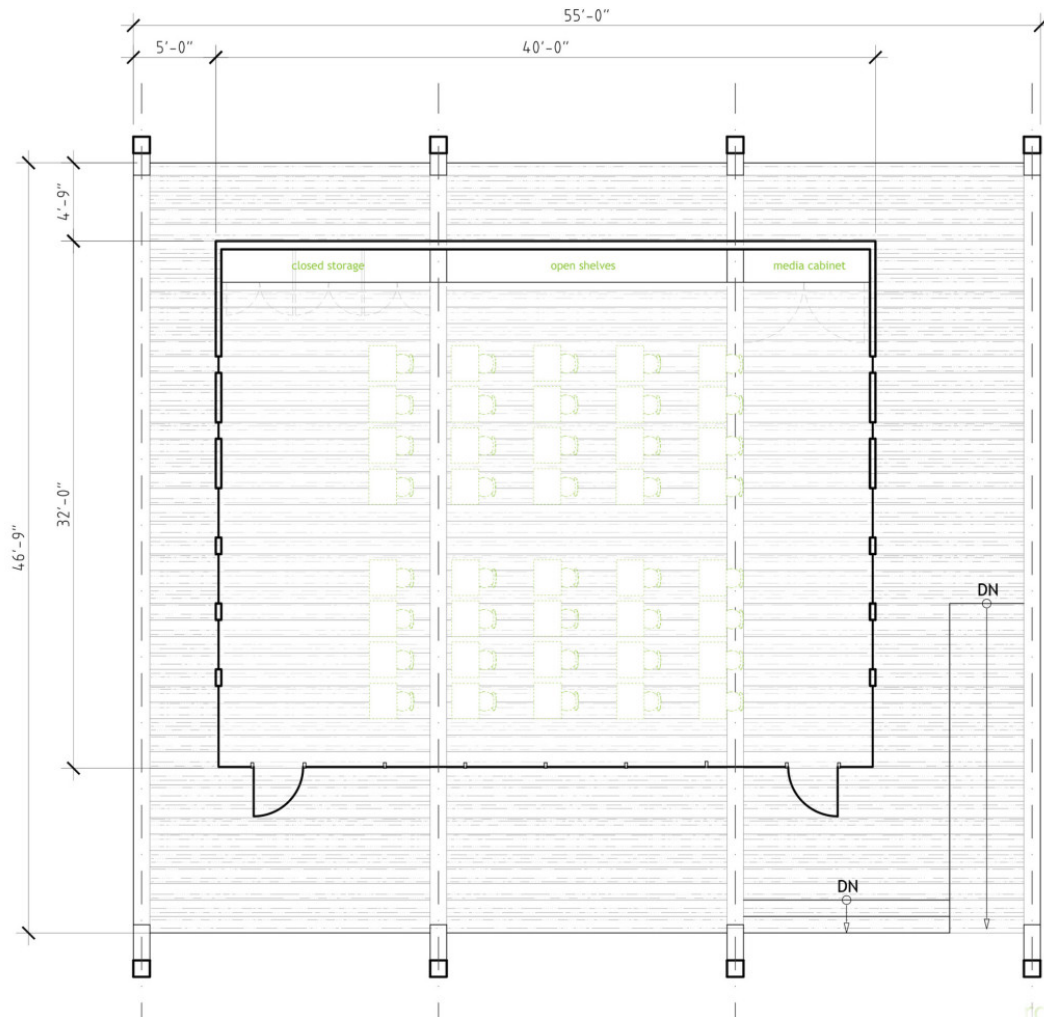
Figura 16 Elevação e corte da sala desmontável



Fonte: Studio Jantzen. Acessado em: <http://www.studiojantzen.com/project/st-louis-river-circle-9/> .

Apesar da existência dos desenhos elaborados pelo escritório americano, o projeto ainda não saiu do papel, razão pela qual não se pode obter conclusões precisas acerca de sua construção e ou funcionamento. Mas o fato de se ter desenvolvido a sala portátil implementando estratégias passivas de conforto ambiental já demonstra uma preocupação importante dos arquitetos em fornecerem ambiente mais humanos. Pelo desenho do corte acima é possível notar a existência das aberturas que proporcionariam a ventilação cruzada; e os *brises-soleil* para o bloqueio da luz direta. Também é possível identificar que o ambiente da sala de aula está “ilhado” não possuindo as suas divisórias alinhadas às estruturas. O emprego dessa estratégia, possivelmente, foi para proporcionar sombreamento protegendo a sala da luz direta, além poder trabalhar com os elementos separadamente.

Figura 17 Planta da sala desenvolvida pelo Studio Jantzen



Fonte: Studio Jantzen. Acessado em: <http://www.studiojantzen.com/project/st-louis-river-circle-9/>.

2.3.2 Shigeru Ban's Paper Tube School (edifício desmontável)

O arquiteto japonês Shigeru Ban tem trabalhado montando estruturas de tubos de papel reciclado para abrigos temporários desde o terremoto que atingiu a cidade de Kobe no Japão, em 1995.

De acordo com Steven e Lawrence (2012), embora adequados para aplicações permanentes, os tubos de papel tornaram-se populares para estruturas temporárias, em grande parte devido à inventividade e ao mínimo impacto ambiental verificado por eles. Papel reciclável e materiais compósitos são excelentes escolhas para a construção de estruturas temporárias como espaços de exposição ou para abrigos de operações de emergência.

O devastador terremoto que atingiu a província de Sichuan, no centro da China, em 2008, matou 69 mil pessoas e deixou 4,8 milhões de desabrigados. O símbolo mais arrepiante do terremoto de Wenchuan foram as milhares de escolas que se aplainaram, esmagando dezenas de crianças - resultado de construção de má qualidade. Inúmeras iniciativas domésticas e estrangeiras chegaram a Sichuan, na esperança de reconstruir mais forte e de maneira mais sustentável. Um dos mais elegantes e pungentes projetos de design, liderado por Shigeru Ban e uma equipe de estudantes chineses e japoneses, foi o de escolas temporárias, porém resistentes, que eram feitas de madeira compensada e tubos de papelão reciclado (PASTERNAK, 2009).

Figura 18 Foto do ambiente interno da escola projetada por Ban



Fonte: Pasternack (2009)

Os tubos de papel podem ser moldados para trabalharem como colunas suportando cargas, dobrados conformando treliças e rapidamente montados, e isto pode ser desenvolvido de maneira impermeável e resistente ao fogo. Como os tubos de papel estão disponíveis em várias espessuras e diâmetros, eles podem ser adicionados a uma estrutura para suportar mais peso conforme necessário. E de acordo com Steven e Lawrence (2012), menos frequentemente, os tubos de papel têm sido utilizados em aplicações curvas, que muitas vezes requerem suportes estruturais adicionais, que no caso de emergências como os da imagem não seriam tão bem-vindos devido ao tempo adicional de construção.

Figura 19 Elementos lineares das estruturas



Fonte: Watanabe (2015)

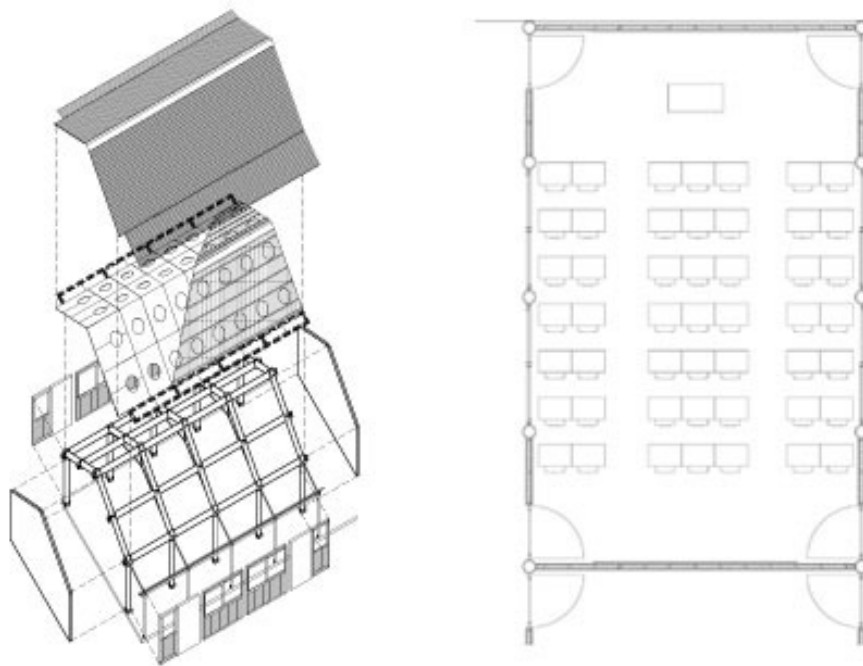
Figura 20 Montagem das estruturas da escola



Fonte: Pasternack (2009)

Basicamente, o quadro é feito de tubos de papel e as paredes são feitas de madeira compensada que facilmente obtida no local. Os telhados são feitos de madeira compensada, e utilizaram policarbonato como isolamento.

Figura 21 Desenho isométrico e a planta da escola



Fonte: Watanabe (2015)

A estratégia construtiva adotada pelo arquiteto foi a de desenvolver o esqueleto dos edifícios para que estes pudessem ser complementados em etapas conforme a imagem do desenho isométrico acima. Pelos desenhos e pelas fotos da construção nota-se a importância da modulação na arquitetura temporária, possibilitando o rápido entendimento do processo construtivo e a montagem através do uso das estruturas pré-fabricadas.

A principal crítica em relação ao projeto é de que apesar dele ter sido concebido como temporário e fazer uso de elementos pré-fabricados, a estrutura do edifício não é um material fácil de se encontrar devido a sua peculiaridade. Provavelmente, isso poderia atrasar alguma possível adaptação exigida pelos usuários no futuro.

Figura 22 Desenho do corte da escola



Fonte: Pasternack (2009)

2.3.3 Escolas de Izmit, Turquia (edifícios desmontáveis)

Figura 23 Entrada da escola de Izmit



Fonte: Archnet (2017)

De acordo com o *website* Mimarlar Odasi (2017), Através do Yapı Merkezi Design Workshop, realizado em 2000, os arquitetos Köksal Anadol e Vedat Tokyay propuseram estruturas escolares desmontáveis para áreas de desastres ocorridos em Izmit, Turquia. Eles tiveram êxito em aprimorar a qualidade arquitetônica, através dos estudos das tecnologias e materiais, após o grande terremoto ocorrido em 1999.

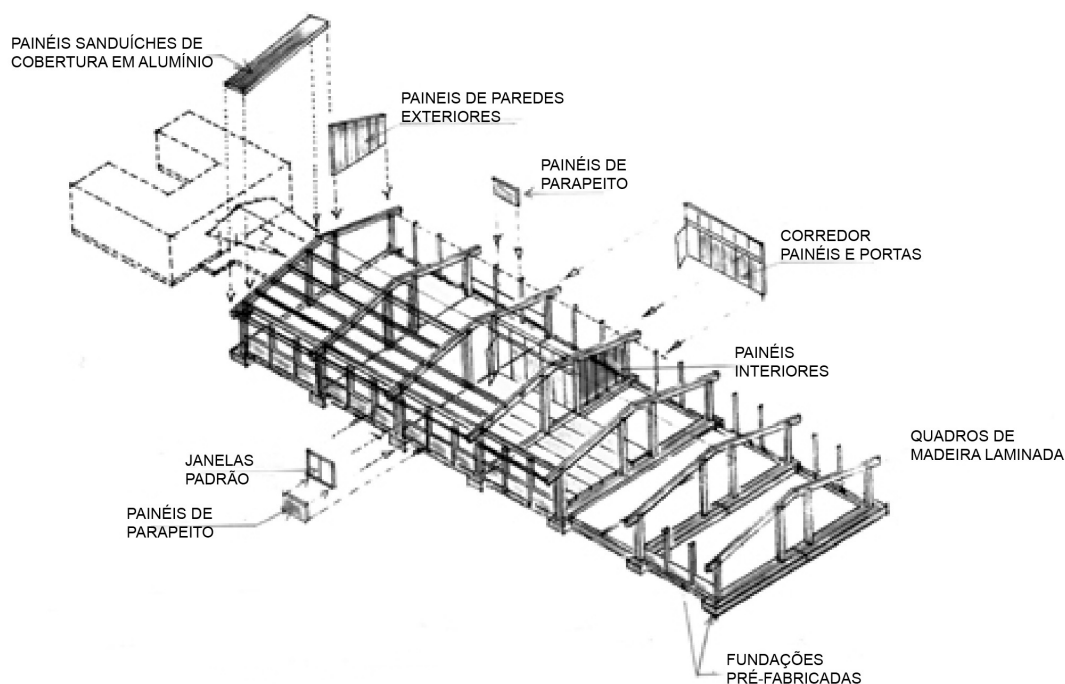
Figura 24 Interior das salas de aula



Fonte: Archnet (2017)

Foram construídos edifícios de caráter multiuso e portáteis em zonas de desastre na Turquia. Seis escolas foram edificadas em 55 dias, acomodando cerca de 2000 estudantes. Foram empregados painéis laminados de madeira, moldura laminada montada em alumínio, bem como painéis de telhado sanduíche e outros elementos padronizados. Os elementos foram industrialmente pré-fabricados e por isso, tanto as formas quanto as suas funções tiveram que ser pré-determinadas no processo inicial de projeto. Na indústria da construção, este processo é chamado genericamente de tipo de padronização (STAIB, 2008). O edifício se assemelha, formalmente, a um longo galpão com um corredor central e as salas de aula localizadas adjacentes a ele (ARCHNET, 2017).

Figura 25 Desenho do sistema construtivo das escolas de Izmit



Fonte: Mimarlar Odasi (2017)

Analizando o esquema construtivo da escola da imagem anterior é possível entender como os arquitetos trabalharam para se poder conceber um edifício desmontável em curto espaço de tempo. Os arquitetos buscaram a construção seca e para isso utilizaram elementos arquitetônicos pré-fabricados e outros padronizados para o processo construtivo ser mais célere. Cada elemento arquitetônico possui a sua função essencial, e de acordo com as imagens, é possível entender que tentaram utilizar a menor quantidade de elementos possíveis para montar as estruturas.

A macroestrutura da escola é constituída em madeira e através da repetição dos pórticos é que se conforma a cobertura em duas águas, desenvolvendo assim o edifício linearmente.

Figura 26 Estruturas de madeira



Fonte: Mimarlar Odasi (2017)

Primeiramente, como mostra a imagem anterior, a macroestrutura da escola foi montada no local de implantação do projeto. E somente após a montagem do esqueleto é que foram instalados os outros elementos da arquitetura, tais como, os painéis de vedação, os painéis de cobertura e as instalações dos projetos complementares. Estes últimos foram instalados por fora dos painéis e das estruturas com a intenção de facilitar toda a montagem e desmontagem:

Figura 27 Perspectiva de dentro da escola



Fonte: Archnet (2017)

Um detalhe importante sobre a construção em relação às estruturas é a maneira com que elas foram unidas, ou seja, a maneira com que os arquitetos resolveram as interfaces. As estruturas foram fixadas entre elas através de chapas metálicas, o que consequentemente proporcionaria uma desmontagem das peças sem danificá-las, pois não foram utilizados reações químicas para as suas fixações.

Figura 28 Interfaces das estruturas



Fonte: Archnet (2017)

2.3.4 Sala de aula de energia positiva (edifício relocável)

De acordo com o escritório americano Anderson Anderson, um em cada quatro estudantes no Havaí atualmente estuda em salas de aula portáteis de baixa qualidade.

Com o intuito de sanar esses problemas, uma sala de aula portátil foi desenvolvida pelo escritório para que tivesse energia positiva, ou seja, para que o próprio edifício gerasse mais energia do que a consumida através dos painéis fotovoltaicos instalados nas coberturas. Ainda segundo o escritório, o edifício temporário fornece um alto desempenho e um ambiente educacional saudável, ao mesmo tempo em que minimiza o uso de energia através do uso cuidadoso da luz natural e ventilação

natural. A sala de aula também serve como uma ferramenta educacional, com monitoramento de desempenho e transmissão para os alunos, bem como para a web. O custo do ciclo de vida do projeto é menor que o das gerações anteriores (ANDERSON ANDERSON, 2017).

A sala de aula portátil foi concebida através da construção modular de madeira e aço. Devido a sua precisão dimensional, elementos construtivos de aço são particularmente adequados para utilização em sistemas de construção modular. Construções de aço são geralmente montados em conjunto por meio de ligações de parafuso que, no caso de edifícios temporários, por exemplo, permitem que elas sejam facilmente desmontadas (STAIB, 2008).

Segundo Staib (2008), um aspecto importante a levar consideração é o desenvolvimento de uma técnica de conexão uniforme dentro de sistemas que ajudam a montagem rápida.

Um ponto muito importante sobre o aço é o fato de que os elementos pré-fabricados de aço não são apenas adequados para sistemas estruturais, pois sob a forma de chapa de aço podem também ser utilizados como delimitadores de espaços e ou para fachadas. Consegue-se a estabilidade das chapas de aço dobráveis - delimitadoras de espaços - facilmente com reforços de contraventamento.

Figura 29 A sala de aula relocável projetada por Anderson Anderson



Fonte: Wang (2015)

Pre-fabricação, pré-montagem, modularização, elaboração de um sistema e edifícios industrializados são os termos que são utilizados para descrever as tecnologias avançadas na construção rápida de edifícios quando os componentes estruturais são produzidos em uma fábrica e o canteiro de obras é usado apenas para montagem (GENERALOVA, GENERALOV, KUZNETSOVA, 2016).

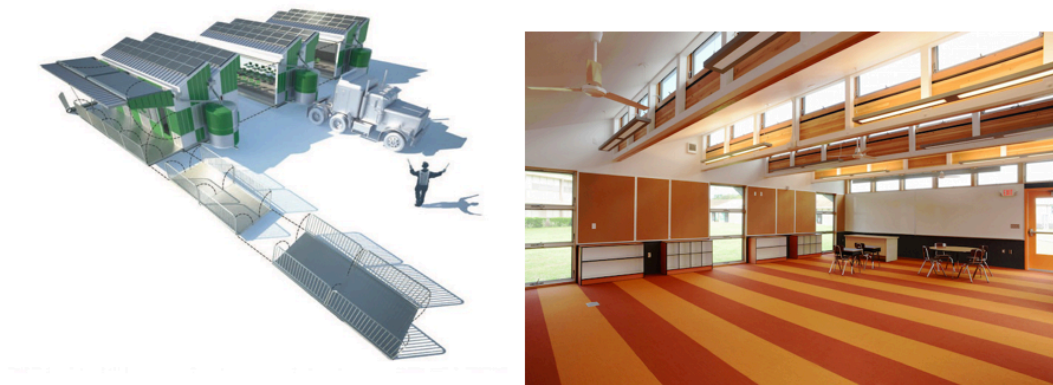
Este protótipo de sala de aula modular, fabricado fora do terreno de implantação, relocável, foi encomendado pelo Departamento de Educação do Havaí como um novo modelo para substituir o inventário portátil atual de qualidade deficiente e energeticamente ineficiente. Vencedor de prêmios como Holcim Awards Acknowledgement Prize for North America e International sustainable architecture award pela Holcim Foundation (Zurique), para o projeto foi elaborada análise de desempenho altamente detalhada, bem como análise de custos de ciclo de vida de trinta anos. Juntamente com os sistemas de construção foram incluídos extensos sistemas de monitoramento ambiental transmitidos para a *web* para que uma equipe científica financiada pelo estado avaliasse o desempenho do edifício através de um estudo de dois anos (ANDERSON ANDERSON, 2017).

Figura 30 Fabricação e transporte das salas de aula em módulos



Fonte: Wang (2015)

Figura 31 Montagem da sala de aula pelos módulos e perspectiva interna



Fonte: Wang (2015)

Figura 32 Perspectiva externa dos módulos



Fonte: Wang (2015)

Muitos edifícios comerciais transportáveis contemporâneos são criados sem uma preocupação significativa de projeto, gerando um resultado físico do produto de má qualidade, em termos estéticos e funcionais, o que acaba degradando ainda mais o status da arquitetura temporária (móvel) como um todo. O fato de poderem ser reutilizados significa que podem representar um uso eficiente de materiais e recursos

e, portanto, devem ser concebidos com cuidado. Eles são produtos de alta qualidade ajustados a uma necessidade específica, se não um local específico (KRONENBURG, 2013).

Pensando no contexto brasileiro como exemplo, a crítica feita eventualmente ao sistema é sobre a complexidade do processo envolvido na construção dos módulos em fábricas, bem como o uso de sistemas de informação, e o transporte dos módulos até o local de implantação. O projeto do escritório Anderson Anderson diferentemente dos outros três projetos tratados anteriormente, foi concebido quase que inteiramente em um sistema fechado, necessitando de uma mão-de-obra especializada para a sua implementação.

Apesar dos fatos citados, o pensamento racional da utilização e emprego dos materiais pré-fabricados pode facilmente servir de inspiração para o projeto e desenvolvimento dos módulos educacionais temporários.

2.4 Recomendações acerca da arquitetura escolar

De acordo com Kowalstowski (2012), problemas mais frequentes de pesquisas de avaliação pós-ocupação, não somente de escolas, apontam que a qualidade do ambiente construído ainda não é garantida pelo processo tradicional de projeto. Os problemas são verificados no aspecto da funcionalidade, em que se registra a falta de congruência entre atividades e seus espaços, e ausência de espaços adequados para a sociabilização dos usuários.

No Brasil, tradicionalmente, o processo de projetos escolares públicos é administrado ou por órgão de Estado, ou por secretaria municipal. Em geral, o Município é responsável pela educação infantil e fundamental e os Estados respondem pelo ensino médio e profissionalizante e há também escolas técnicas federais. Os projetos para novas construções escolares podem ser desenvolvidos por projetistas, funcionários dos próprios órgãos públicos, como prefeituras ou secretarias de educação, ou ainda são contratados arquitetos terceirizados autônomos por estes órgãos. O histórico das construções escolares mostra uma preocupação principal em atender a demanda por vagas para os estudantes, que é crescente ao longo do tempo, ou seja, a prioridade nem sempre é a qualidade dos edifícios, mas sim a quantidade de vagas criadas com a construção de salas de aula. Embora os conceitos de qualidade e quantidade não sejam excludentes, a história demonstra que sua articulação nem sempre ocorre. Essa questão mostra-se agravada quando se trata de obras públicas em que a equação desses dois aspectos depende de fatores políticos e de limitações existentes, muitas vezes relativas a prazos, recursos disponíveis ou a

própria legislação vigente (FERREIRA & MELLO, 2006 *apud* KOWALSTOWSKI, 2012). Os estudos de avaliação do ambiente construído apontam a necessidade de se verificar e melhorar a qualidade dos projetos de arquitetura. As condições, nem sempre ideais, dos ambientes escolares no Brasil apontam para o desafio aos arquitetos de projetar edifícios que sirvam às novas realidades e necessidades, e que sejam ainda flexíveis e adaptáveis às mudanças de um futuro próximo (KOWALSTOWSKI, 2012).

Na busca da qualidade do ambiente construído, os espaços devem adaptar-se ao contexto; ser convidativos e confortáveis; atender as necessidades e ser responsáveis ambientalmente. A boa arquitetura deve incorporar de forma ponderada aspectos da estética, da funcionalidade, da economia e da viabilidade construtiva, expressos não somente pelo conhecimento técnico mas também pelos desejos e exigências dos usuários (WONG et al., 2009, *apud* KOWALSTOWSKI, 2012).

Segundo Kowalstowski (2012), uma das recomendações é que os ambientes de aprendizado sejam associados às metodologias de ensino, que pressupõem flexibilidade de uso dos espaços e presença de maior variedade de configurações.

Todas as tomadas de decisão de projeto necessitam de documentação para gerar este conhecimento e permitir transparência das intenções, e também um procedimento metodológico é importante para aumentar as bases científicas do projeto. Além das questões pedagógicas existem também questões técnicas a serem consideradas pela arquitetura escolar. Nessa direção sabe-se que as metas essenciais de projeto devem incluir: eficiência energética, sustentabilidade, conforto, segurança e saúde dos usuários (KOWALSTOWSKI, 2012).

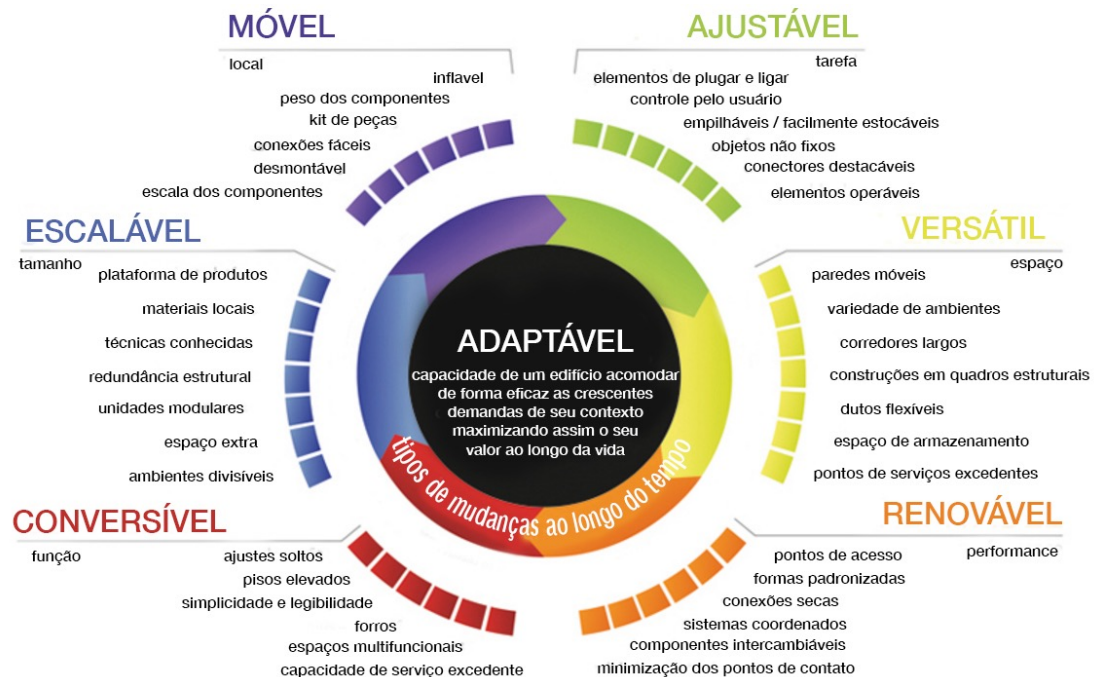
2.5 Adaptabilidade

A maioria dos edifícios é concebida e construída para atender uma finalidade específica em um determinado momento, com relativamente pouca atenção para a sua utilização ou adaptação futura. Nesse contexto, a Universidade de Loughborough criou, com base em pesquisas, um conjunto de ferramentas para ajudar projetistas (arquitetos, engenheiros, designers) a implementar e pensar mais sobre a adaptabilidade. Esse conjunto de ferramentas é composto por uma série de diagramas, estratégias e ferramentas para se pensar, projetar e implementar adaptabilidade.

Uma dessas ferramentas pode ser conferida na figura abaixo. A finalidade do *Framecycle* é explicitar a natureza da adaptação pretendida - estratégias de definição de adaptabilidade (centro), seis projetos, de caráter motivacional, por exemplo,

ajustável, versátil, soluções (texto preto em torno) e benefícios (dois tons de cinza em torno do círculo). É possível através dessa ferramenta analisar o quanto um projeto pode ser considerado adaptável ou ser encorajado a adotar essas estratégias.

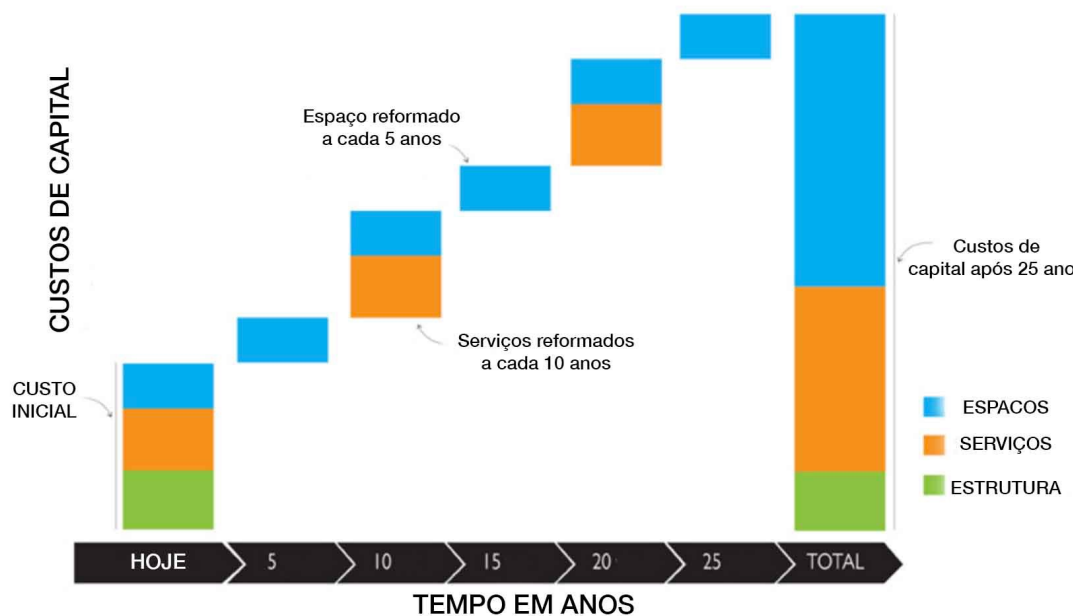
Figura 33 Framecycle de estratégias para tornar um projeto mais adaptável



Fonte: Adaptable Futures - Loughborough University. Acesso em 2016.

O gráfico abaixo adaptado de Duffy (1990), teoricamente, ilustra como o custo de componentes (agrupados em três camadas de construção) durante a vida útil de um edifício pode ser mal interpretado ao considerar-se os custos recorrentes ao longo do tempo. A realidade retratada é que os componentes de ciclo mais curtos têm custos mais baratos inicialmente, no entanto, dada a sua vida útil curta, gasta-se mais ao longo da vida de um edifício.

Gráfico 2 Custos em relação ao tempo da estrutura, serviços e espaços



Fonte: Adaptable Futures - Loughborough University. Acesso em 2016.

No Gráfico 2 é possível perceber a diferença de custos entre as três partes que muitas vezes não são levadas em consideração nas fases de projeto. Pelo gráfico pode-se inferir que quando considerados somente 5 anos de vida útil, o impacto orçamentário de todas as partes é bem significativo. Ou seja, a escolha do sistema construtivo torna-se algo muito importante na hora de elaborar um projeto - ambientalmente e financeiramente. A longo prazo, o custo da estrutura se dilui com os gastos das mudanças espaciais e de mobília, ao se considerar um projeto padrão ou tradicional. Isso porque estes projetos não são/foram pensados para serem adaptáveis ou flexíveis. Caso fossem, o impacto orçamentário da estrutura não seria tão diluído ao longo do tempo.

Enquanto isto, num projeto de arquitetura temporária, justamente por tentar implementar as estratégias inerentes da adaptabilidade citada no gráfico do *framecycle*, os custos tendem a ser menores, se considerada uma vida útil preestabelecida.

Utilizar estratégias de adaptabilidade constitui-se em medida fundamental para assegurar que as durabilidades técnica e funcional interajam de maneira mais equilibrada, possibilitando que os impactos ambientais causados sejam menores.

2.5.1 Flexibilidade na construção e projeto para desmontagem

As estruturas dos edifícios são projetados para durar no mínimo 50 anos conforme a NBR 15575-1 (2013). No entanto, em termos gerais, a duração funcional (da arquitetura) no uso de um edifício é mais curta do que a vida técnica da maioria de seus materiais e componentes construtivos. Cada nova fase no uso de um edifício implica em novas exigências e organização espacial e isso envolve mudanças em todo o edifício. Isso significa que, após cada fase de utilização (da arquitetura), deve haver análises e indicações se o edifício é adequado para as suas novas necessidades; caso não, que consequências econômicas e técnicas seriam sentidas (DURMISEVIC, 2006).

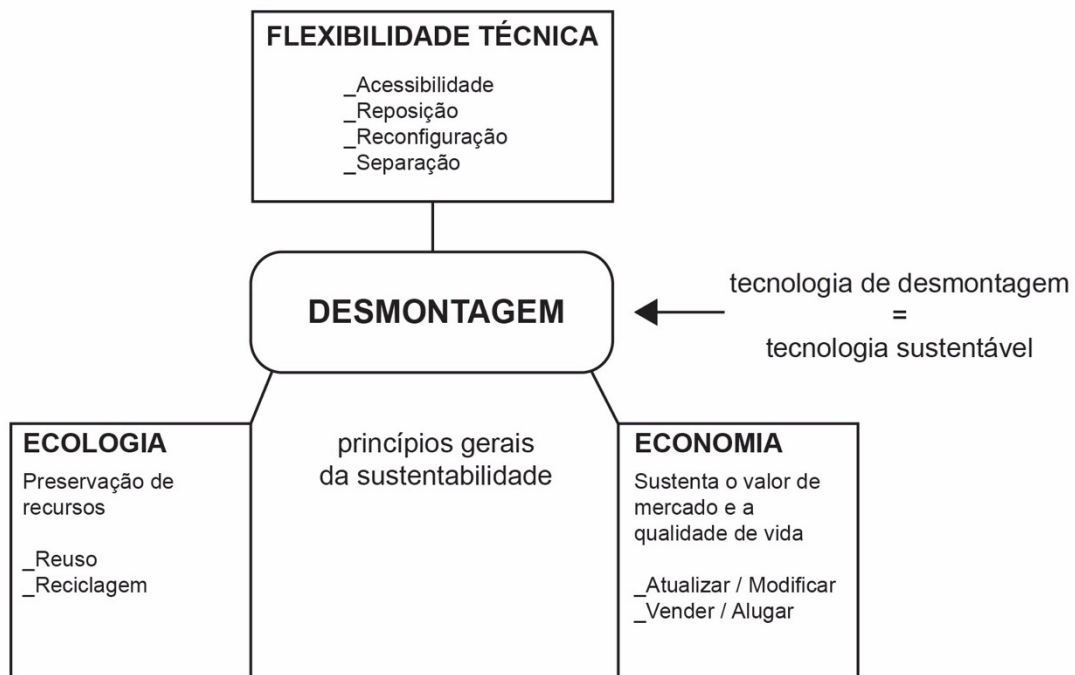
O ciclo de vida de um edifício no contexto do design sustentável, depende de sequências repetitivas (da montagem do objeto arquitetônico à desmontagem com algumas transformações para novamente ser montado em virtude de novas exigências). O número de reutilizações que podem ser feitas entre as fases de projeto e desmontagem do edifício depende das características técnicas e espaciais da estrutura. Em outras palavras, depende da flexibilidade espacial e técnica da estrutura. Os sistemas espaciais não podem ser observados independentemente dos sistemas técnicos, uma vez que mudanças espaciais estão diretamente relacionados com a composição técnica de um edifício. O rearranjo dos sistemas espaciais é difícil de conseguir se as interfaces entre os componentes reunidos de um determinado sistema espacial, não são projetados para trocas/desmontagens (DURMISEVIC, 2006).

Em virtude disso tudo, é válido falar sobre o Projeto para Desmontagem, que é uma das linhas de raciocínio da abordagem de concepção do Ecodesign.

De acordo com Yeang (2006) existe um princípio básico a ser adotado para se implementar o projeto para a desmontagem. No ramo da construção civil é alcançar a contínua reutilização e a reciclagem dos elementos da edificação (já comentados anteriormente), ou seja, do ambiente construído antes do término da sua vida útil. Assim necessariamente haverá a influência no modo como os componentes construtivos serão montados e organizados entre si (conectados, fixados, encaixados etc).

Desenvolvendo esse mesmo pensamento, Durmisevic (2006) descreve que a associação da flexibilidade técnica com a desmontagem pode proporcionar a construção sustentável, deste modo, a configuração do edifício deve ser concebida a fim de facilitar a desmontagem.

Figura 34 Importância do projeto



Fonte: Adaptado de Durmisevic (2006)

Ainda segundo a autora, a transformação do espaço acontece durante a fase de operações do edifício. Pode ser forçada por mudanças organizacionais dentro da empresa ou por mudanças de mercado que exijam ampliação ou redução de unidades de escritório, por exemplo. Portanto, os indicadores de flexibilidade espacial podem ser definidos de acordo com itens tratados na figura acima.

2.6 Edificações e sustentabilidade

A Agenda 21 tratou de vários assuntos e metas, dos quais salienta-se as que dizem respeito aos temas relacionados à construção civil, o que, por sua vez, levou à realização da reunião Habitat em Istambul 1996. A Agenda Habitat II prevê a promoção de materiais de construção sustentáveis para proporcionar o desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos. O conceito de construção sustentável é desenvolvido no documento Agenda 21 para construções sustentáveis pelo CIB – *Conseil International du Bâtiment* (Conselho Internacional da Construção) (CIB, 1999). Dificuldades são destacadas para a implementação da agenda em países cujos problemas sociais são bem significativos. Isso porque nesses países em desenvolvimento, a forma de crescimento dos agrupamentos humanos ocorre sem planejamento e devida infraestrutura, o que conseqüentemente acaba gerando

problemas ambientais, normalmente mais impactantes do que nos países desenvolvidos.

Ainda de acordo com Tavares (2006), pelos documentos citados entende-se que em construções sustentáveis estariam aplicados os princípios do desenvolvimento sustentável ao ciclo de vida detalhado. Logo, esses princípios estariam aplicados em todas as fases de uma edificação, particularmente, na extração e no beneficiamento de matérias primas, no planejamento, no projeto, na técnica construtiva dos edifícios e na sua infraestrutura, até na sua desconstrução e no gerenciamento dos resíduos. O termo construções sustentáveis refere-se a todo um processo holístico, que visa a restaurar e a manter a harmonia entre os ambientes naturais e construídos (CIB, 1999; EPA, 1996).

2.6.1 Análise do ciclo de vida (ACV)

Segundo Tavares (2006), interesses econômicos e sociais estimulam pesquisas no desenvolvimento de métodos e ferramentas que auxiliem a compreensão, o controle e a redução de impactos ambientais indesejáveis. A Análise de Ciclo de Vida busca identificar e quantificar os efeitos ambientais visando também a geração de parâmetros para compará-los entre bens e serviços similares.

O levantamento detalhado de todos os processos de um ciclo, de um produto ou serviço é definido como uma abordagem do tipo *cradle-to-grave*, ou “berço ao túmulo” (ISO, 2002). Esta forma de análise envolve uma abordagem completa que não diz respeito apenas aos limites industriais do processo, mas também à natureza das matérias primas e recursos energéticos, diretos e indiretos, necessários, e ainda ao destino dos resíduos e subprodutos de cada processo, além do próprio produto após sua vida útil.

Outra análise ocorre no sentido de investigar a natureza dos efeitos ambientais, como e quando ocorrem, bem como as reais consequências; ou seja, o quanto efetivamente o desenvolvimento de produto ou serviço faz uso dos recursos naturais e ou energéticos ou quanto gera de resíduos indesejáveis (HEISKANEN, 2002).

Em virtude disso tudo, Tavares (2006) afirma que as aplicações de uma ACV são abrangentes e significativas, dependentes da interpretação de suas análises e da amplitude dos dados levantados. Poderiam ser citados para ilustrar exemplos do que foi discutido: o levantamento detalhado dos limites do processo de um produto incluindo insumos, transporte e descarte; a orientação do design de novos produtos; a avaliação do desempenho ambiental.

2.6.2 Análises energéticas

De acordo com o mesmo autor, qualquer atividade de transformação ou transporte de matéria necessariamente implica na transformação de uma parcela de energia. Para compreender de que maneira os recursos energéticos são consumidos, faz-se necessário entender os fluxos energéticos. Desta maneira, a quantificação da energia requerida para produzir um produto ou um serviço requer uma forma sistematizada de avaliação, entendida como análise energética.

Quantificar todos os eventos e/ou etapas que consomem energia e suas definições para poder realizar uma análise energética é uma atividade bem complexa, pois a definição dos limites do sistema do produto ou serviço dificilmente é clara.

Nesse sentido, os limites estão intimamente relacionadas com a complexidade da análise energética. A fim de otimizar os estudos e pesquisas, a IFIAS, sigla do original em inglês para Federação Internacional de Institutos de Estudos Avançados, definiu parâmetros para as análises em um *workshop* realizado na Suécia. O grupo que estava nesse evento definiu análise energética como a determinação da energia despendida no processo de obtenção de um bem ou serviço dentro da estrutura definida de convenções ou da aplicação de informações assim obtidas (WILTING; 1996).

Antes, compreendia-se que bastava saber a demanda energética necessária para produzir um produto que seria o suficiente para entender todo o processo. Todavia, havia outras demandas energéticas indiretamente ligadas ao processo principal, como o transporte de insumos e matérias primas. Estes gastos indiretos, em muitos casos, seriam até iguais ou superiores aos diretos (HERENDEEN, 1975).

2.6.2.1 Definição de energia embutida

Uma análise energética resgata o total de energia gasto para a produção de um bem ou serviço. A este valor é dado o nome de Requisitos Totais de Energia – RTE -, do original em inglês Gross Energy Requirement (GER), expressos em MJ/kg ou unidade de produto. Os requisitos energéticos em questão, são expressos em termos de energia primária, ou seja, da forma como é obtida na natureza, que é discriminada em fontes renováveis e não renováveis (WILTING (1996) apud TAVARES, 2006).

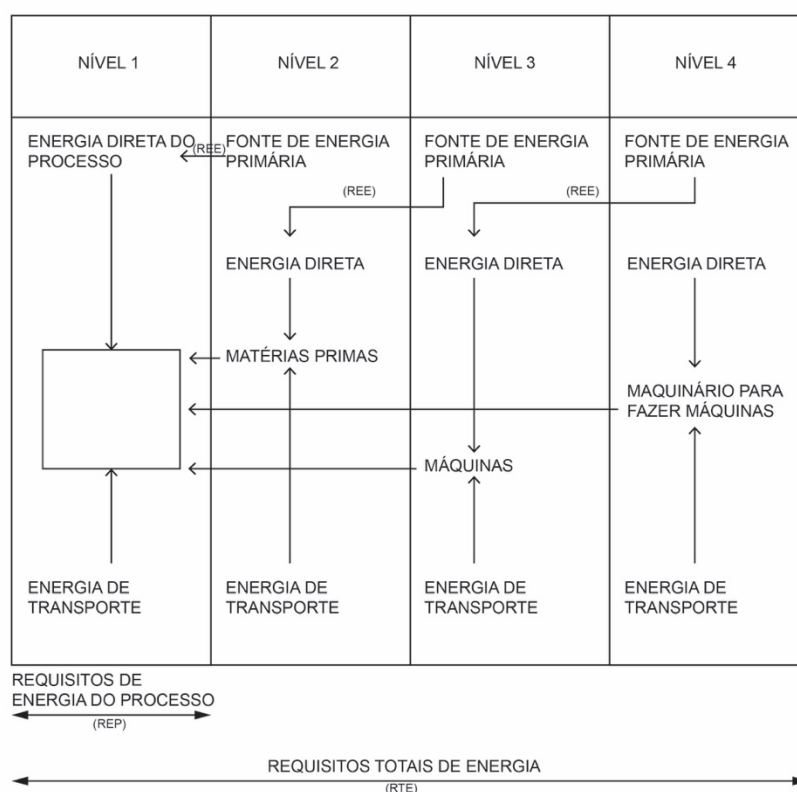
Segundo Tavares (2006), no sentido de otimizar e viabilizar as análises energéticas é aceito e difundido o conceito de Energia Embutida - total dos requisitos energéticos nos dois primeiros níveis do esquema da *International Federation of Institutes for Advanced Study* - IFIAS - (figura abaixo)-, porém sem totalizar as conversões energéticas a partir dos Requisitos Energéticos de Energia – quantidades de energia

primária utilizada para conversão em energia secundária em MJ/MJ -. A simplificação da obtenção dos dados e a precisão em torno de 90% do valor preciso dos RTE fazem esta conceituação ser bem utilizada e em muitos casos até ser igualada aos valores dos RTE. (BAIRD & CHAIN, 1983; TRELOAR, 2001).

É fato que para as análises propostas neste trabalho, de edificações educacionais temporárias ou não, com um nível de detalhamento elevado e naturezas diversas de consumos de energia, a determinação precisa dos RTE só seria possível com muito tempo e custos elevados.

Em função disso, utiliza-se a terminologia de energia embutida para a determinação dos requisitos de energia nos materiais de construção e edificações analisadas.

Figura 35 Os níveis de energias



Fonte: Adaptado de Tavares (2006); Adaptado de IFIAS (1975) apud WILTING (1996).

2.6.3 Análise do ciclo de vida energético das edificações

De acordo com Tavares (2006), uma Análise do Ciclo de Vida Energético é uma forma simplificada, porém significativa, para a elaboração de uma análise de impactos ambientais. Ela é baseada na ACV da norma ISO 14040 e prioriza o inventário de

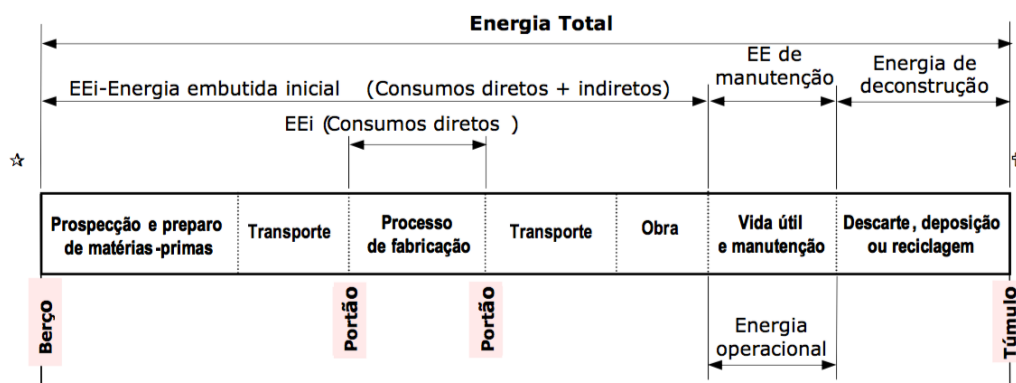
dados de consumo energético, diretos e indiretos. Embora não utilize o conceito de múltiplas análises, característico das ACVs, uma ACVE dá condições para avaliação de impactos ambientais importantes. Além disso, por ter uma estrutura mais simples, demanda menos custos e tempo na edificação.

O objetivo de elaborar uma ACVE não é substituir um método de análise ambiental amplo como uma ACV, mas sim, facilitar uma tomada de decisão acerca de eficiência energética e dos impactos (FAY, 2000).

2.6.4 Ciclo de vida energético das edificações

Devido à complexidade da árvore de processos que envolvem o ciclo de vida das edificações, na indústria da construção civil, uma ACVE tem atributos especiais. De acordo com os estudos, há uma divisão básica no que diz respeito aos processos energéticos envolvendo as fases do berço ao túmulo. A Figura 38 abaixo sintetiza as etapas mais citadas. Também foram utilizadas as terminologias usuais dos consumos energéticos por cada etapa ao longo do ciclo de vida (TAVARES, 2006).

Figura 36 Energia total de uma edificação



Fonte: Tavares (2206)

Segundo a terminologia da norma ISO 14040 (ISO, 1997) o conjunto dos requisitos energéticos na abordagem acima é chamado Energia Total no ciclo de vida energético.

2.6.5 Energia embutida em edificações

Energia Embutida Inicial é definida como o conjunto dos insumos energéticos, consumidos para construir. Os consumos diretos, ou Requisitos Energéticos de

Processos são os realizados dentro dos limites da fábrica para desenvolver os materiais de construção necessários para se construir. Os indiretos são quantificados pela extração e beneficiamento das matérias-primas dos materiais de construção, o transporte para as fábricas e posteriormente dos produtos acabados para os canteiros de obras, e finalmente a energia despendida na obra propriamente dita (TAVARES, 2006).

Energia embutida do material

$$EE_{mat} = \sum_{i=1}^n m_i . CE_{mat_i}$$

i = material de construção discriminado

n = número de materiais

m_i = Quantidade de material de construção (kg)

CE_{mat_i} = Conteúdo energético do material discriminado (MJ/kg)

Energia embutida de transporte

$$EE_{tr mat} = \sum_{i=1}^n m_i . l_i . CE_{tr}$$

i = material de construção discriminado

n = número de materiais

m_i = Quantidade de material de construção (kg)

l_i = distância do fabricante de material ao sítio da obra (km) CE_{tr} = Consumo energético do transporte utilizado (MJ/kg.km)

Energia embutida de desperdício dos materiais

$$E_{desp} = \sum_{i=1}^n m_i . d_i . CE_{mat_i}$$

i = material de construção discriminado

n = número de materiais

m_i = Quantidade de material de construção (kg)

d_i = Fator de desperdício do material

CE_{mat_i} = Conteúdo energético do material discriminado (MJ/kg)

Transporte do desperdício

$$E_{tr.desp} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n m_i \cdot d_i \cdot l_d \cdot CE_{tr}$$

i = material de construção discriminado

n = número de materiais

m_i = Quantidade de material de construção (kg)

d_i = Fator de desperdício do material

l_d = Distância do sítio da obra ao depósito de material desperdiçado CE_{tr} = Consumo energético do transporte utilizado (MJ/kg.km)

2.6.6 Energia operacional em edificações

Durante o uso da edificação faz-se necessária a utilização de diversos equipamentos, que consomem a chamada Energia Operacional para suprir as necessidades de iluminação, entretenimento, climatização, cocção, conservação de alimentos, comunicação, segurança, higienização e, eventualmente, profissionais. Ainda durante a vida útil da edificação são executadas reformas, devido à depreciação dos materiais, por senso estético, ou até pelo fato do projeto não ser adaptável às demandas futuras, com conseqüente uso de materiais de construção e transporte. O conjunto dos insumos pode ser denominado Energia Embutida de Manutenção.

Energia Operacional (EO): energia consumida na utilização de equipamentos ao longo da vida útil da edificação;

Energia Embutida de Manutenção (EEmanutenção): insumos energéticos consumidos nas reformas, com conseqüente uso de materiais de construção e transporte (TAVARES, 2006).

$$EE_{rep} = \sum_{i=1}^n E_{pre_i} \cdot rep_i \cdot CE_{mat_i}$$

i = material de construção discriminado

n = número de materiais

E_{pre i} = Energia pré-operacional do material de construção discriminado rep_i = Fator de reposição do material ao longo da vida útil da edificação CE_{mat i} = Conteúdo energético do material discriminado (MJ/kg)

2.6.7 Energia de desconstrução

De acordo com Tavares (2006), energia de desconstrução pode ser entendida como energia consumida na etapa final do ciclo por demolição, deposição ou reciclagem. Esta energia leva em consideração os insumos diretos para demolição ou desmontagem da edificação e o transporte dos resíduos ou materiais para reciclagem ou reaproveitamento.

Energia de demolição ($E_{demolição}$): é resultante da soma da energia de demolição e remoção dos resíduos e energia de transporte do material demolido (TAVARES, 2006).

$$E_{dem} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot CE_{dem} \cdot R_{med}$$

i = material de construção discriminado

n = número de materiais

m_i = Quantidade de material de construção (kg)

CE_{dem} = Consumo energético dos equipamentos de demolição

R_{med} = Fator de reposição de materiais médio ao longo do ciclo de vida

$$E_{tr,dem} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot l_d \cdot CE_{tr} \cdot R_{med}$$

i = material de construção discriminado

n = número de materiais

m_i = Quantidade de material de construção (kg)

l_d = Distância do sítio da obra ao depósito de material demolido

CE_{tr} = Consumo energético do transporte utilizado (MJ/kg.km)

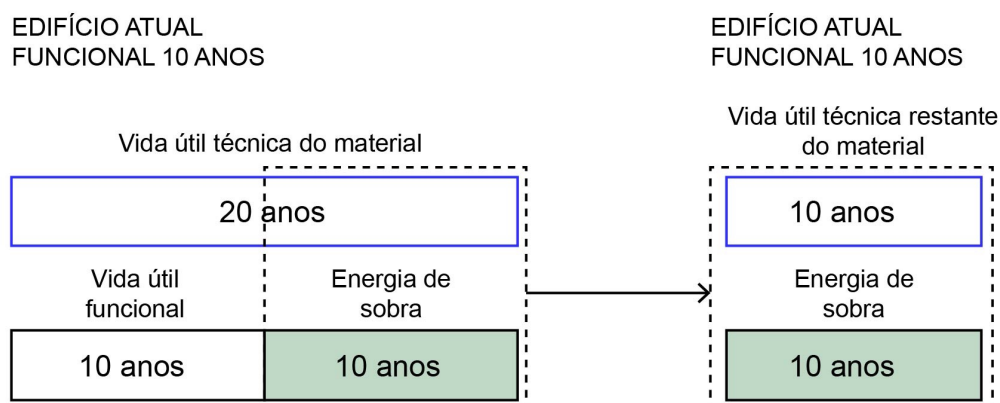
R_{med} = Fator de reposição de materiais médio ao longo do ciclo de vida

As edificações novas que se beneficiarem dos materiais reciclados ou reaproveitados poderão debitar de suas energias embutidas os valores dos materiais utilizados (ADALBERTH, 1997; FAY, 1999; SCHEUER, 2003). A quantificação dessa energia é informada junto com o total do consumo de Energia Embutida e a Energia Operacional e pode ser utilizada como mais um fator de tomada de decisão sobre eficiência energética.

As unidades funcionais mais aceitas, dentro dos parâmetros descritos anteriormente, são GJ/domicílio ou GJ/m² e pode-se usar kWh/m² para considerações específicas de energia elétrica.

Ainda há mais uma forma de energia que neste trabalho será apresentado como energia residual ou de sobra. Ela consiste na diferença entre a energia embutida inicial de um material e a multiplicação dessa energia com o fator de reposição desse mesmo material. Esse fator de reposição é obtido pela divisão do ciclo de vida estimado para o material pela sua vida útil técnica, ambos em anos. Um exemplo é mostrado na Figura a seguir:

Figura 37 Energia residual (de sobra)



Fonte: o autor

Ao pegar o caso da Figura como exemplo, tem-se que o edifício ou o material tem uma vida útil de 20 anos ao passo que sua vida funcional é somente de 10 anos. Nesse caso hipotético, após os 10 anos corridos o material ou edifício seria demolido fazendo com que uma parte da energia pudesse ser jogada fora sem o devido aproveitamento.

Considerando que a energia inicial, nesse exemplo do material com durabilidade de 20 anos, já foi gasta, só haveria a necessidade de repô-lo em uma situação real ao fim do período de 20 anos. Isso significa que, durante o ciclo de vida funcional de 10 anos, não haverá, na prática, a reposição do material, fazendo com que a energia de manutenção tenha índice zero.

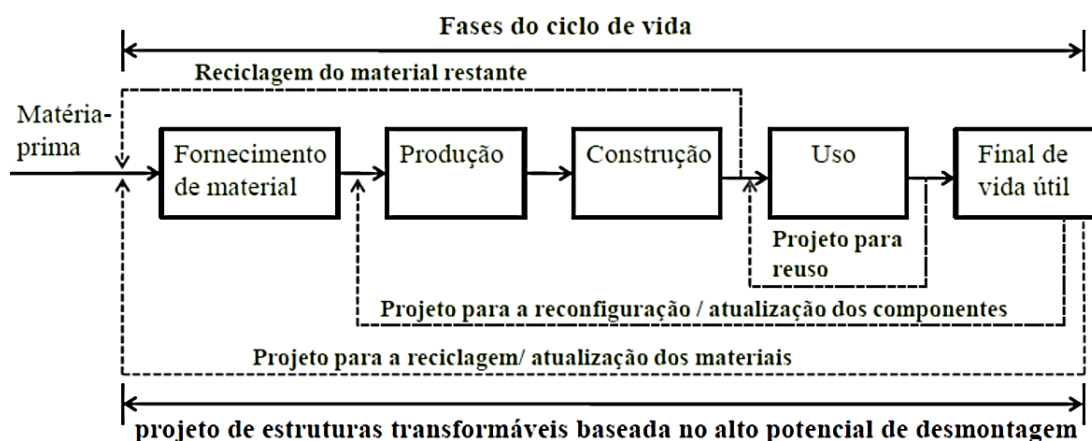
Essa sobra de energia significa que o material do exemplo anterior utilizou o equivalente a apenas 10 anos de sua energia embutida ao fim de um ciclo funcional de 10 anos. O material poderia, portanto, ser utilizado por 10 anos adicionais em outra edificação caso apresentasse condições técnicas de ser removido, transportado e reutilizado (como no caso de um edifício desmontável, por exemplo), sem que houvesse a necessidade de computar-se sua energia embutida inicial novamente, posto que esta já foi computada anteriormente na edificação a qual ele pertencia.

2.6.8 Ciclo de vida sustentável dos materiais e componentes de construção

Durmisevic (2006) menciona que as práticas atuais de demolição apenas confirmam que o ciclo de vida de utilização dos materiais é muito mais curto que o seu ciclo de vida técnico. Além disso, os elementos que compõem a edificação são, em geral, fixados de forma integrada, o que torna impossível a sua separação, levando à demolição de todo o conjunto e à consequente geração de resíduos. O descarte destes materiais, que levasse em conta que são materiais ainda úteis, poderia gerar lucro e benefícios à sociedade, a partir do processo de reutilização e reciclagem.

Segundo Couto et al. (2006) a desconstrução de uma edificação, também denominada desmontagem ou demolição seletiva, surge como uma alternativa à demolição convencional, colaborando em benefícios no ponto de vista ambiental, social e econômico. A desconstrução é caracterizada por um processo de desmantelamento cuidadoso, de modo a viabilizar a recuperação dos materiais e componentes da edificação, possibilitando sua reutilização e reciclagem, evitando assim que estes elementos sejam tratados como simples resíduos, descartados, muitas vezes, em depósitos não autorizados para este fim. Neste contexto, o processo da desconstrução oferece outros diversos benefícios frente à demolição, como a diminuição da extração e processos de transformação de matéria-prima, do transporte e fabricação de novos produtos e, conseqüentemente, a preservação da energia incorporada dos materiais, reduzindo assim os impactos da incorporação de energia e do esgotamento de recursos não renováveis decorrentes da fabricação de novos materiais. Neste sentido, o ciclo de vida caracterizado por este processo baseado no alto potencial de desmontagem é representado abaixo pela Figura abaixo:

Figura 38 Fases do ciclo de vida



Fonte: Tavares (2006)

2.7 Constatações da revisão

É importante que haja uma boa associação do pensamento prático da construção com os novos materiais como o aço e outros, pensando, desde o início da prática projetual, na concepção do objeto arquitetônico utilizando sistemas abertos de pré-fabricação. Isso possibilita que o edifício possa se adequar às demandas futuras e resolvê-las através de sua flexibilidade construtiva e espacial previstas pelo projeto. De acordo com Staib (2008), já citado nos subcapítulos anteriores, um aspecto importante a levar consideração é o desenvolvimento de uma técnica de conexão uniforme dentro de sistemas que proporcionem a montagem rápida.

Essa arquitetura de montagem rápida deve, obrigatoriamente, levar em consideração os problemas pontuados por Kowaltowski (2012) sobre a qualidade do ambiente construído que ainda não é garantida pelo processo tradicional de projeto. Os problemas são verificados no aspecto da funcionalidade, tendo a falta de congruência entre atividades e seus espaços, e ausência de espaços adequados para a sociabilização dos usuários. Outro ponto importante que essa autora destacou foi sobre a necessidade dos projetos serem ainda flexíveis e adaptáveis às mudanças de um futuro próximo.

Pensando na praticidade da construção em relação à futura adaptabilidade exigida pelo usuário ou pela demanda, chega-se na conclusão de que os materiais de construção deveriam, por exemplo, ser leves - ajudando na transportabilidade - e fáceis de se manusear para garantir a agilidade na edificação ou desmontagem da arquitetura.

O projeto que será elaborado e posteriormente otimizado será concebido através de sistema pré-fabricado aberto. Esses sistemas definem as relações entre os elementos individuais dentro de um princípio organizacional geométrico e proporciona uma melhor adaptabilidade e flexibilização da construção durante o tempo de uso. E esse sistema será pensado para atender aos cuidados e estratégias tratadas nesta revisão quanto a ser transportável (desmontável e adaptável) e gerar baixo gasto energético.

Um resumo das constatações da revisão bibliográfica é apresentado no Quadro 2.

Quadro 3 Principais aspectos e constatações da revisão bibliográfica

Palavra-chave	Principais assuntos tratados	Constatações
Arquitetura temporária	<ul style="list-style-type: none"> • Edificações emergenciais; • Estruturas portáteis e transportáveis; • Principais sistemas construtivos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Estruturas efêmeras são uma solução à arquitetura contemporânea, pois são capazes de acompanhar as mudanças sociais e econômicas, e estender o tempo de vida dos componentes da edificação.
Flexibilidade na construção	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto para Desmontagem • Reuso, manutenção e adaptabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Estratégias de projetos adaptáveis reduzem significativamente tanto o consumo de material como a produção de resíduos da construção e podem garantir a desmontagem do edifício.
Edificações e sustentabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo de Vida Energético • Desconstrução 	<ul style="list-style-type: none"> • A desconstrução é uma alternativa à demolição quanto à geração de resíduos; • A determinação do Ciclo de Vida Energético possibilita a comparação de consumo de energia e a otimização dos insumos energéticos do edifício.

Fonte: O autor.

3 DESENVOLVIMENTO

Partindo da premissa que estruturas temporárias com potencial de desmontagem e flexibilidade técnica apresentam-se como solução para as mudanças dinâmicas da sociedade e para a minimização de impactos ambientais, a elaboração de artefato (proposta elaborada com objetivo de solucionar um problema) visa compreender as vantagens e desvantagens da utilização de diferentes sistemas construtivos quanto ao consumo energético nas fases pré-operacional - energia embutida inicial - e operacional - energia de manutenção - da edificação.

Através de uma análise do Ciclo de Vida Energético do módulo educacional temporário desenvolvido neste trabalho utilizando a madeira como principal material construtivo e do edifício do FNDE, foi possível relacionar o desempenho de cada edificação e discutir as relações existentes entre as técnicas construtivas, as demandas pretendidas, o tempo de uso da edificação, os valores de consumo energético apresentados e os potenciais de reuso e reciclagem dos materiais e componentes peculiares a cada projeto.

Utilizando-se de uma base de referencial teórico e de um estudo de caso como procedimento técnico, esta etapa do desenvolvimento visa, através da comparação de desempenho energético dos projetos, explorar qual o sistema construtivo mais adequado considerando os aspectos funcionais e de sustentabilidade ambiental em relação a um espaço de tempo limitado a 10 anos.

Assim, esta parte do desenvolvimento baseia-se no estudo de caso de resultados obtidos a partir da criação do módulo educacional temporário e das análises levantadas do projeto padrão do FNDE em relação às suas respectivas simulações de desempenho energético pré e pós-operacional, que são descritos a seguir.

3.1 Unidades de análise

A unidade de análise estabelecida para aplicação do método é o Ciclo de Vida Energético (CVE) das edificações.

Deste modo, o presente método visa analisar a Energia Total do ciclo de vida energético dos projetos apresentados em cada cenário de vida útil, a qual compreende o conjunto dos requisitos energéticos em uma abordagem do berço ao túmulo, segundo a terminologia da norma ISO 14040 (ABNT, 2001). Para isso, deve-se determinar os seguintes insumos energéticos:

Etapa pré-operacional

Energia Embutida Inicial (*EE_{inicial}*): é definida como o conjunto dos insumos energéticos, diretos e indiretos, utilizados para erguer a edificação;

Etapa operacional

Energia Operacional (*EO*): energia consumida na utilização de equipamentos ao longo da vida útil da edificação;

Etapa pós-operacional

Energia de sobra: consiste na diferença entre a energia embutida inicial de um material e a multiplicação dessa energia com o fator de reposição desse mesmo material. Esse fator de reposição é obtido pela divisão do ciclo de vida estimado para o material pela sua vida útil técnica, ambos em anos.

3.1.1 Padronizações para a simulação da energia operacional dos projetos

Para fins de padronização, montou-se o quadro abaixo representando os materiais definidos de cada projeto, os quais foram relacionados por etapas de construção pelo autor. As informações mais detalhadas sobre os materiais, equipamentos, e os valores de energia consumida por cada projeto, podem ser verificados no Anexo B.

Quadro 4 Relação dos projetos analisados

Etapa / Sistema construtivo	Madeira	FNDE
Fundação	sapatas de concreto armado	sapatas de concreto armado
Estrutura	peça de madeira eucalipto - seca ao ar livre	concreto armado
Cobertura	placas de eucalipto - seca ao ar livre	laje em concreto armado; telhado de madeira; telha cerâmica
Fachada	peça de madeira eucalipto - seca ao ar livre	emassamento e tinta acrílica
Paredes externas	peça de madeira eucalipto - seca ao ar livre	blocos cerâmicos 8 furos, 19x19x09cm
Paredes divisórias	placas de eucalipto - seca ao ar livre	blocos cerâmicos 8 furos, 19x19x09cm
Esquadrias Tipo 1	madeira maciça eucalipto	madeira serrada
Esquadrias tipo 2	madeira maciça eucalipto	alumínio anodizado natural
Pisos - áreas molhadas	placas de eucalipto - seca ao ar livre	laje concreto
Pisos - áreas secas	placas de eucalipto - seca ao ar livre	laje concreto
Revestimentos de parede	placas de eucalipto - seca ao ar livre	azulejo cerâmico 10 x 10 cm e tinta acrílica

Etapa / Sistema construtivo	Madeira	FNDE
Instalações hidráulicas	instalação padrão + captação e aproveitament o de águas pluviais	instalação padrão + captação e aproveitament o de águas pluviais
Instalações elétricas	instalação padrão + instalação fotovoltaica com coletor solar (placa) - 150x75cm	instalação padrão + instalação fotovoltaica com coletor solar (placa) - 150x75cm

Fonte: O autor

A simulação do desempenho energético visava realizar as seguintes tarefas: analisar a quantidade de horas de desconforto térmico por ano, e calcular o consumo energético anual para aquecimento e resfriamento. Para que isso fosse possível, foi necessário definir o uso básico como, por exemplo, a faixa de conforto térmico, ventilação e iluminação. A faixa de conforto térmico foi estabelecida de acordo com os estudos elaborados por Graf e Tavares (2012) para a cidade de Curitiba como sendo aproximadamente entre 18,5°C e 26°C; a ventilação foi definida como sendo 5 ac/h funcionando entre as 07:00 até às 23:00; e iluminação sendo exigido 20 W/m². Na simulação foi levado em consideração a latitude e longitude, bem como outros dados meteorológicos de Curitiba para caracterizar um local hipotético rural (country) no software utilizado. Outras definições de usos também foram padronizadas conforme a Tabela 1 a seguir:

Tabela 2 Definição de uso básico do Módulo Escolar Emergencial

Ambiente	Nº de Usuários	Necessidade de condicionamento de ar?	Potência (W)	Período de utilização (h)
Sala 1	36	Sim	100	07:00 às 23:00
Sala 2	36	Sim	130	07:00 às 23:00
Espaço administração	4	Sim	120	07:00 às 23:00
BWC Fem.	-	Não	-	-
BWC Masc.	-	Não	-	-
BWC PNE.	-	Não	-	-
Cozinha	2	Não	-	-
Depósito	-	Não	-	-

Fonte: O autor

Para que a simulação pudesse ser realizada, alguns itens foram então definidos: os projetos arquitetônicos, o modelo 3D básico - modelo somente com as faces dos planos utilizando-se a ferramenta *SketchUP*, orientação de implantação, representação dos tipos de paredes e coberturas e as especificações básicas dos materiais. Essas especificações ocorreram no nível de detalhes, como por exemplo, especificação dos valores de condutividade térmica, massa específica, calor específico, absorvância à radiação solar de todas as camadas das paredes, pisos e teto. Todos esses dados foram então empregados no software *Energy Plus* para realizar a contabilização dos gastos energéticos da fase operacional.

A simulação foi realizada pelo software *Energy Plus* versão 8.3 e os dados foram exportados dele mesmo para o *The Results Viewer*, um aplicativo a parte que pode ser usado para visualizar os resultados do *Energy Plus* armazenados em um ou mais arquivos de extensão .eso. Esses dados foram relativos às variáveis seguintes:

- Temperatura do ar exterior do bulbo seco do local; (a cada mês);
- Temperatura do ar das zonas; (a cada mês);
- Carga energética total de resfriamento das zonas; (valor mensal);
- Carga energética total de aquecimento das zonas. (valor mensal).

O *Energy Plus* é um *software* que tem sua origem nos programas BLAST e DOE-2, elaborados pelo governo dos EUA, e permite a realização de cálculos de carga térmica que facilita o dimensionamento de sistemas de climatização, assim como o cálculo de consumo de energia de operação da edificação, gerado pelos sistemas de condicionamento de ar, iluminação, e todos os demais equipamentos existentes no uso do edifício. A versão utilizada do software foi a 8.3. Para isso foi utilizado o plugin *OpenStudio* para *Google Sketchup*, extensão do *Energy Plus*, o qual possibilita a modelagem da edificação e divide-a em diferentes zonas térmicas, as quais compreendem os ambientes que apresentam um mesmo regime de utilização e um mesmo perfil de carga térmica. O plugin *OpenStudio* proporciona a exploração geométrica dos modelos tridimensionais de entrada do *Energy Plus*, utilizando recursos do *Google Sketchup*, caracterizando as superfícies construtivas e envoltórias

da edificação. O aplicativo gera vários tipos de renderização das superfícies, conforme parâmetros estipulados, permitindo ainda a avaliação dos efeitos de sombreamento. Para a simulação do consumo energético anual de uma edificação, incluindo os sistemas de climatização, iluminação, utilizam-se dados meteorológicos obtidos para a localidade analisada. Os dados meteorológicos são obtidos através da coleta pelo INMET e podem ser encontrados no site do LabEEE. Alguns dados entre eles, por exemplo, podemos citar: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, temperatura de orvalho, umidade relativa, pressão atmosférica, velocidade, radiação solar dentre outros.

Concomitantemente a essas simulações, outros levantamentos foram elaborados utilizando os quantitativos de cada projeto para chegar nas energias embutidas iniciais e de manutenção.

3.2 Elaboração do módulo educacional temporário de madeira

A ênfase dessa parte se deu na importância da tomada de decisão em projetos, principalmente no quesito da escolha da madeira como material principal, além de outras estratégias mais sustentáveis – que vão desde a escolha de materiais e componentes construtivos até a determinação da vida útil e da possibilidade de desmontagem e transporte da edificação – a fim de responder às demandas dos usuários e colaborar na preservação do meio ambiente através de construções mais racionais e eficientes. Segundo Moreira (2006), baseado no conceito da sustentabilidade, o equilíbrio entre o consumo de recursos naturais e sua regeneração deve ser encorajado. E para isso, o uso mais eficiente e efetivo da madeira, incluindo a otimização do processo de tecnologia e produtos com vida longa de serviço e com aptidão para reparar, deve ser incentivado. Para Berriel (2009) a madeira torna-se uma excelente opção como material de construção a partir do momento em que permite modulação da maior dos elementos construtivos, bem como, devido a sua densidade reduzida quando comparada a outros materiais de construção, não exige guias e outros equipamentos pesados para apoio no canteiro. Logo, evidencia-se a redução significativa dos impactos ambientais a partir da madeira como material construtivo.

A fim de se poder comparar numericamente as unidades de análises entre o projeto de madeira e projeto padrão do FNDE; primeiramente, faz-se necessário apresentar aquele para que este possa ser comparado com os resultados.

E por último, mas não menos importante, é importante demonstrar que para o desenvolvimento do módulo educacional temporário foi utilizado o mesmo programa

de necessidades adotado pelo projeto padrão do FNDE, tendo as suas variações na metragem quadrada explicadas pelas diferentes modulações e sistemas construtivos empregados.

Quadro 5 Programa de necessidades

Ambientes (m²) / Projeto	Módulo temporário	FNDE
Sala 1	52	52,29
Sala 2	52	52,29
Administração / Professores	15,43	14,44
Cozinha	10,7	14,44
Banheiros	21,45	9,45
Pátio coberto	82,4	58,07
Serviço	2,16	4,09
Depósito	2,16	3,46
Total	238,3	208,53
% de diferença	14%	

Fonte: o autor.

3.2.1 Projeto de madeira: configuração espacial e descrição

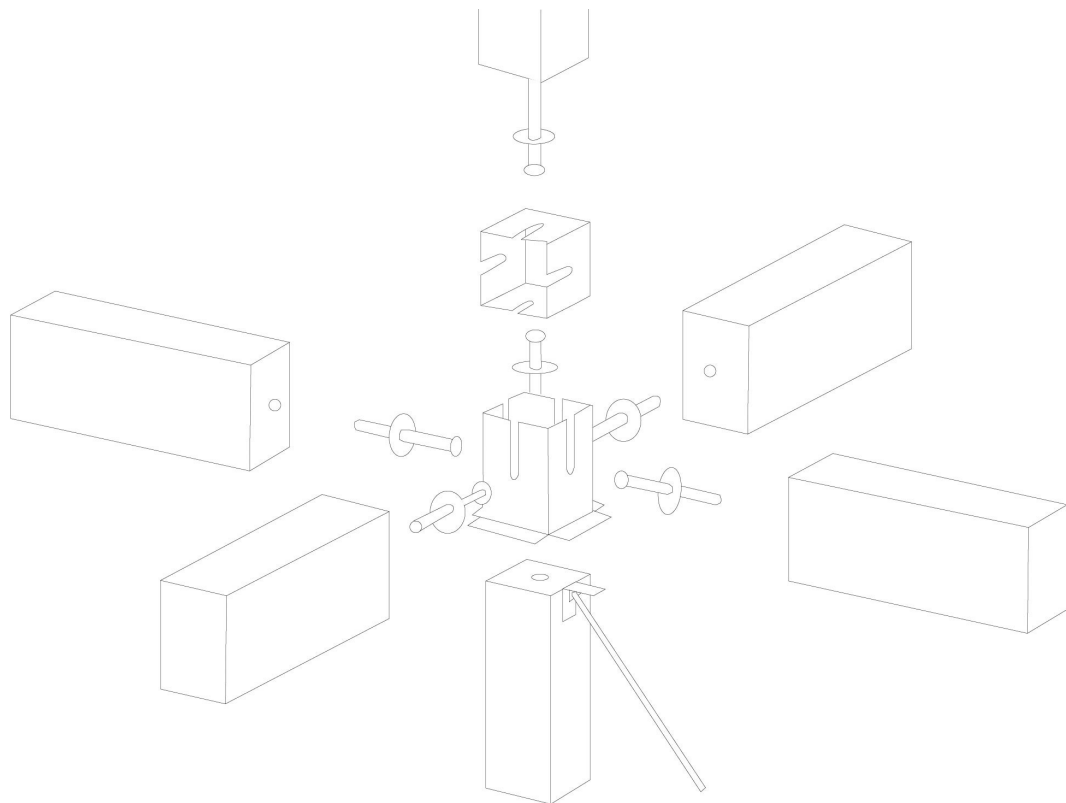
Figura 39 Perspectiva do módulo educacional temporário



Fonte: o autor.

O edifício de madeira foi desenvolvido desde o início com a finalidade de ser adaptável e desmontável, além querer proporcionar a facilidade de construção aos futuros usuários. Com base nessas premissas, buscou-se desenvolver o projeto utilizando a menor quantidade de diferentes elementos e componentes construtivos possíveis. Esses elementos são: elementos lineares de eucalipto de 10 cm de seção quadrada e de 1,5 m de comprimento; conector de aço (10 cm x 10 cm x 10 cm) (Figura abaixo); cabos de aço para a conformar a treliça plana; 2 tipos de painéis de madeira (0,5 m x 3,1m e 0,6 m x 3,1m) para os pisos e vedações e primeira cobertura (forro); e painéis de cobertura de madeira impermeabilizada. Apesar de não ser a cobertura ideal na prática, ela foi escolhida devido ao objetivo de se criar um edifício utilizando a madeira em quase todos os aspectos construtivos.

Figura 40 Estudo preliminar do detalhe dos conectores de aço



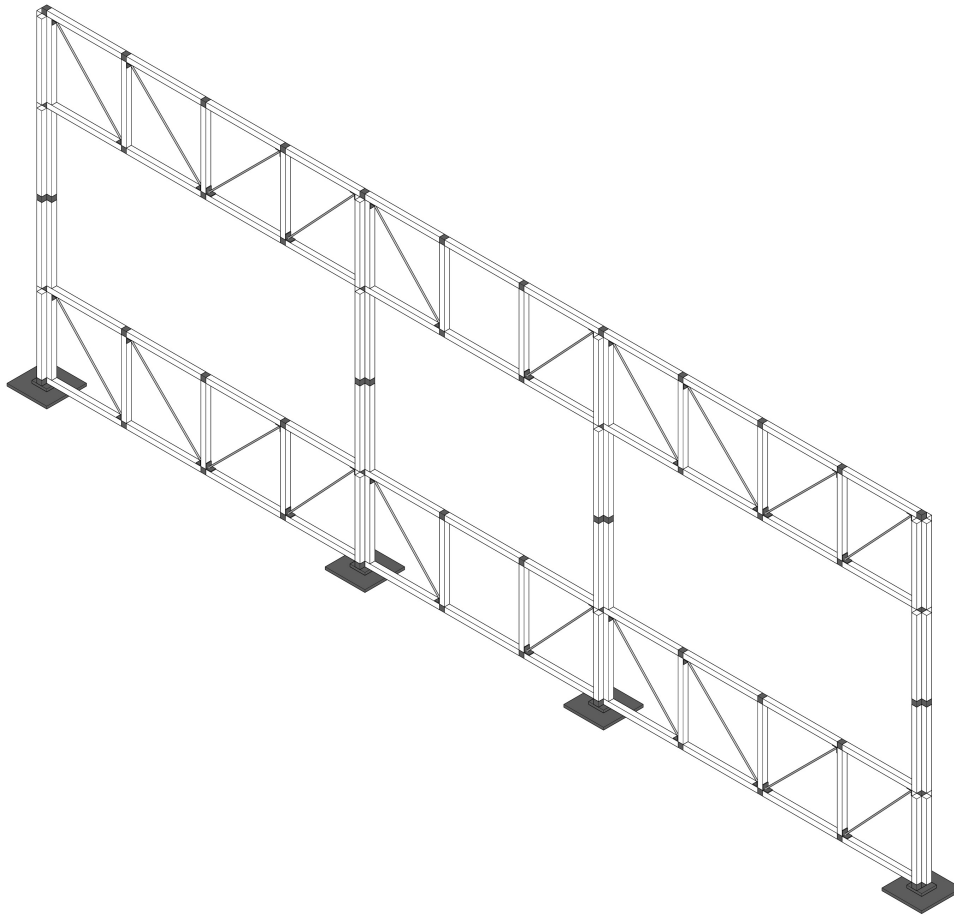
Fonte: o autor.

Adotou-se como estratégia de projeto, com base nas premissas citadas anteriormente, desenvolver o conteúdo programático da escola linearmente, conformando, conseqüentemente, um edifício linear organizado por setores com

fluxos controlados - ao contrário da organização adotada pelo projeto padrão do FNDE.

Para o desenvolvimento do edifício, planta (organização programática, acessos), corte e estruturas foram pensados concomitantemente e em módulos. Para estruturar a escola foi pensado em compor quadros estruturais através da associação entre os elementos lineares, de modo semelhante ao projetado executado pelo Shigeru Ban tratado por Steven e Lawrence (2012), porém utilizando conectores e cabos de aço conforme a figura a seguir:

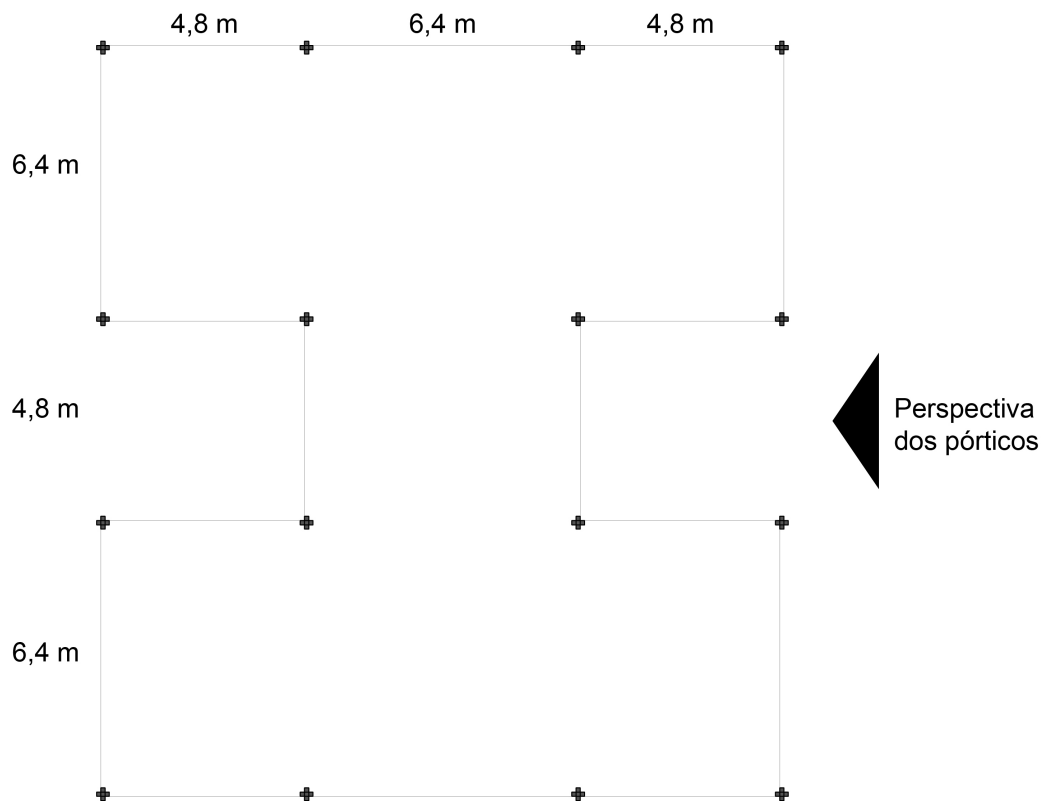
Figura 41 Estudo preliminar dos pórticos formados pelos elementos lineares



Fonte: O autor.

Para proporcionar melhor desempenho estrutural quanto ao descarregamento dos esforços verticais, os pilares foram reforçados sendo caracterizados pela junção de 5 peças lineares de 10 cm de seção quadrada conformando uma cruz grega (+). Através dos pórticos e de suas repetições conforme Figura a seguir a macroestrutura da escola foi estabelecida.

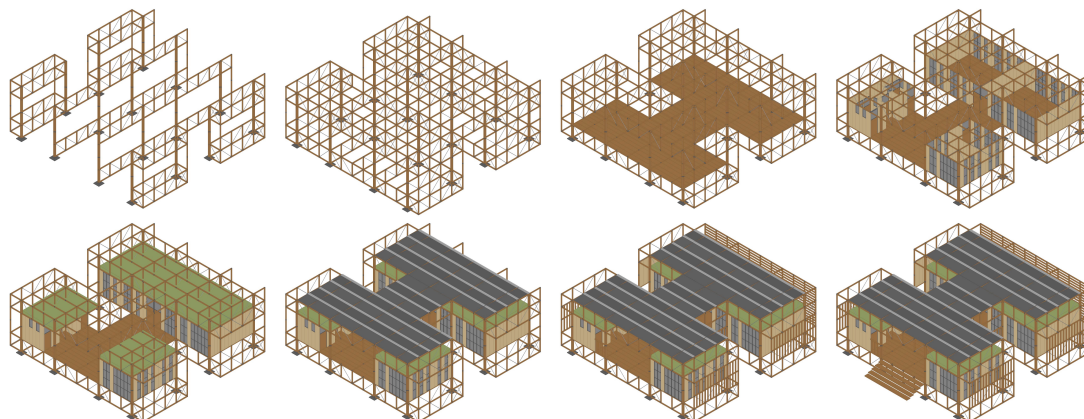
Figura 42 Eixos estruturais do módulo educacional temporário



Fonte: O autor.

Após essa etapa, foi necessário travar os quadros entre si utilizando os mesmos elementos usados para conformar a macroestrutura. Esses componentes construtivos foram pensados para se associarem por encaixes e ou por parafusos, os quais facilitariam as mudanças espaciais futuras como, por exemplo, crescimento em um eixo e em outro, bem como a sua desmontagem. Após a montagem do esqueleto da escola, seria a vez de posicionar e encaixar os painéis de madeira (piso e divisórias) para organizar espacialmente a escola. Essas etapas podem ser conferidas pela imagem a seguir:

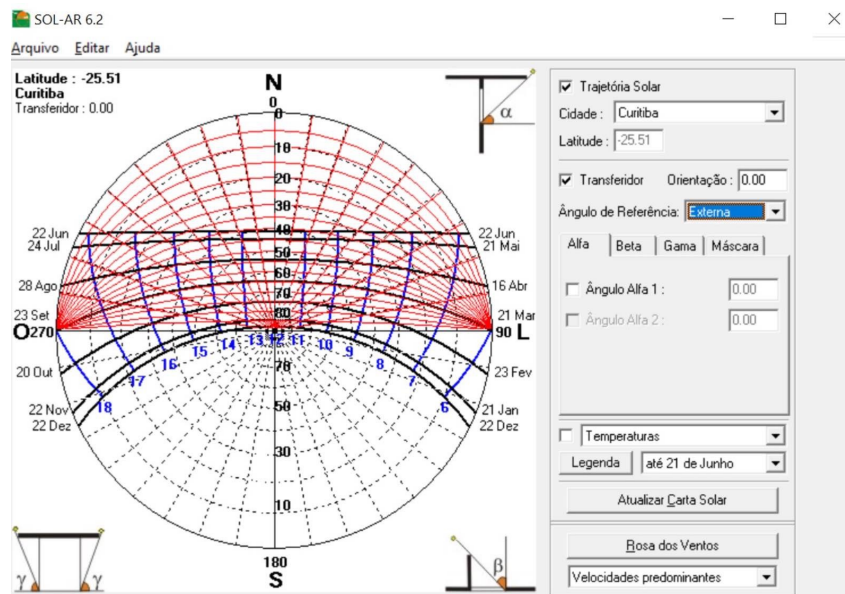
Figura 43 Etapas construtivas do edifício



Fonte: O autor.

O edifício foi pensado e organizado para ser implantado na região sul do país no sentido norte-sul, ou seja, com a iluminação natural adentrando as salas de aula pela fachada norte de maior dimensão, ou seja, pelo lado esquerdo dos alunos (ao contrário da organização adotada pelo projeto padrão do FNDE em uma das salas). Sabe-se que radiação solar direta pelo oeste é um problema potencial para o desempenho térmico. Por isso foi utilizado o software SOL-AR 6.2, um programa gráfico que permite a obtenção da carta solar da latitude especificada, auxiliando no projeto de proteções solares através da visualização gráfica dos ângulos de projeção desejados sobre transferidor de ângulos, que pode ser plotado para qualquer ângulo de orientação. O software foi elaborado pelo LabEEE (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da UFSC). A carta solar de Curitiba obtida pelo software pode ser conferida na Figura a seguir:

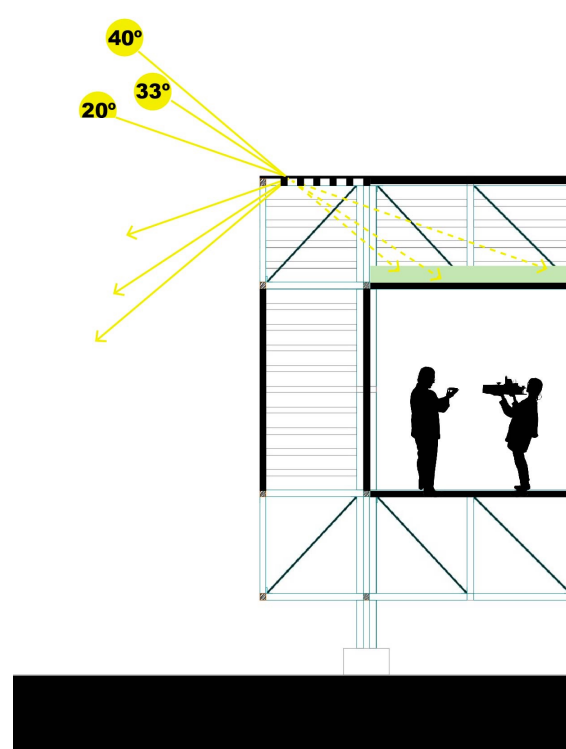
Figura 44 Imagem da carta solar de Curitiba obtida pelo SOL-AR 6.2



Fonte: O autor.

Com o intuito de minimizar a radiação solar direta vinda de leste durante a época mais quente do ano, o beiral oeste do edifício é prolongado em um módulo a mais com *brises-soleil*, e também foi pensado para que os painéis de madeira servissem como uma barreira conforme a Figura a seguir.

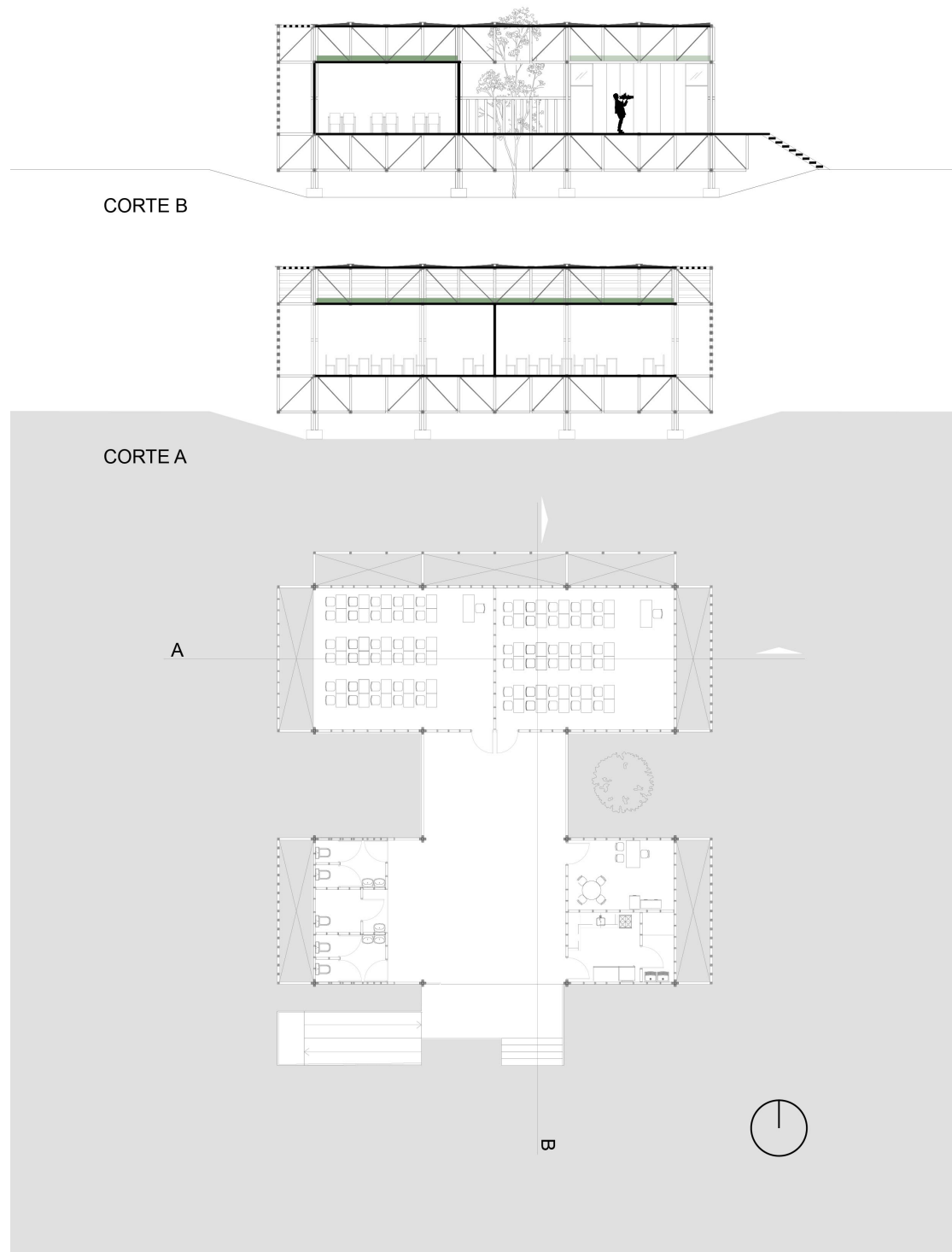
Figura 45 Incidência do sol de verão na fachada oeste do módulo educacional



Fonte: O autor.

A escola foi setorizada em 3 partes: setor didático, setor administrativo e setor público. Este último, além de conter os banheiros, articula os outros setores bem como distribui os fluxos do módulo educacional conforme a figura a seguir:

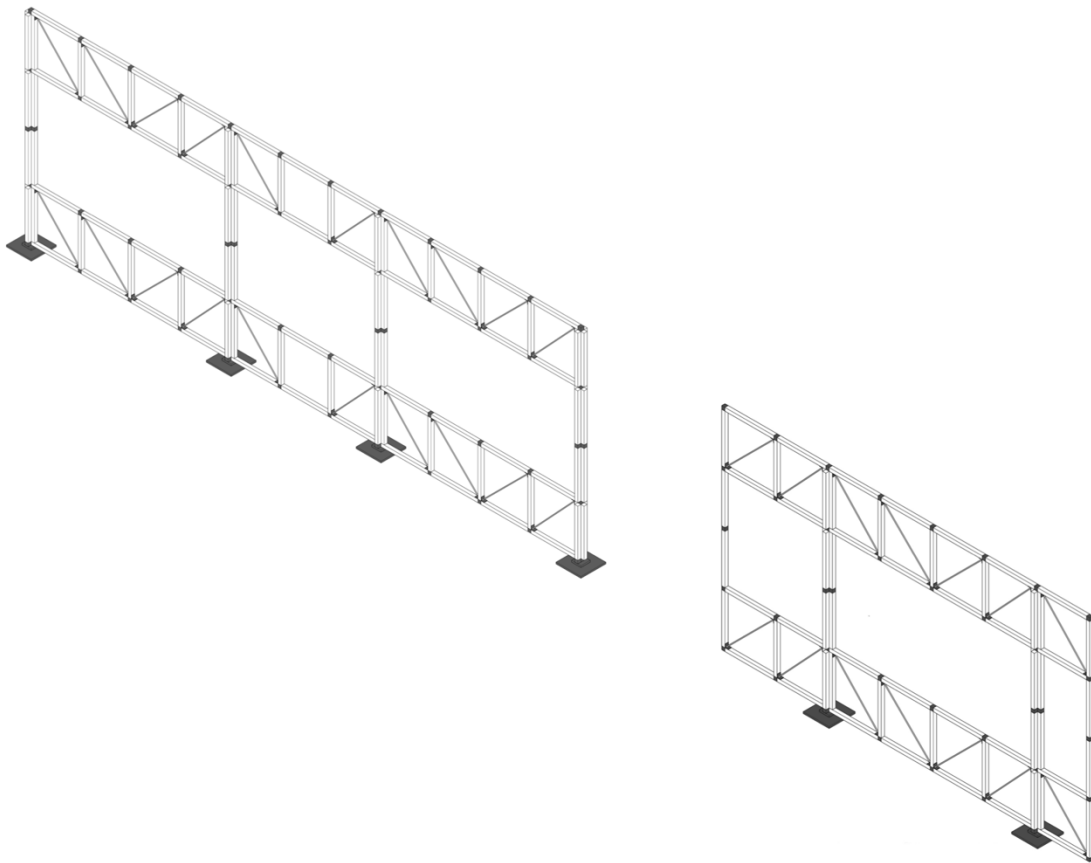
Figura 46 Planta e corte do módulo temporário



Fonte: O autor.

Como um exemplo de variação projetual garantido pela técnica construtiva adotada, é mostrado a seguir um módulo cerca de três vezes maior em área de um módulo educacional temporário linear. Para esse projeto foi utilizado uma variação menor do quadro estrutural.

Figura 47 Variação do quadro estrutural



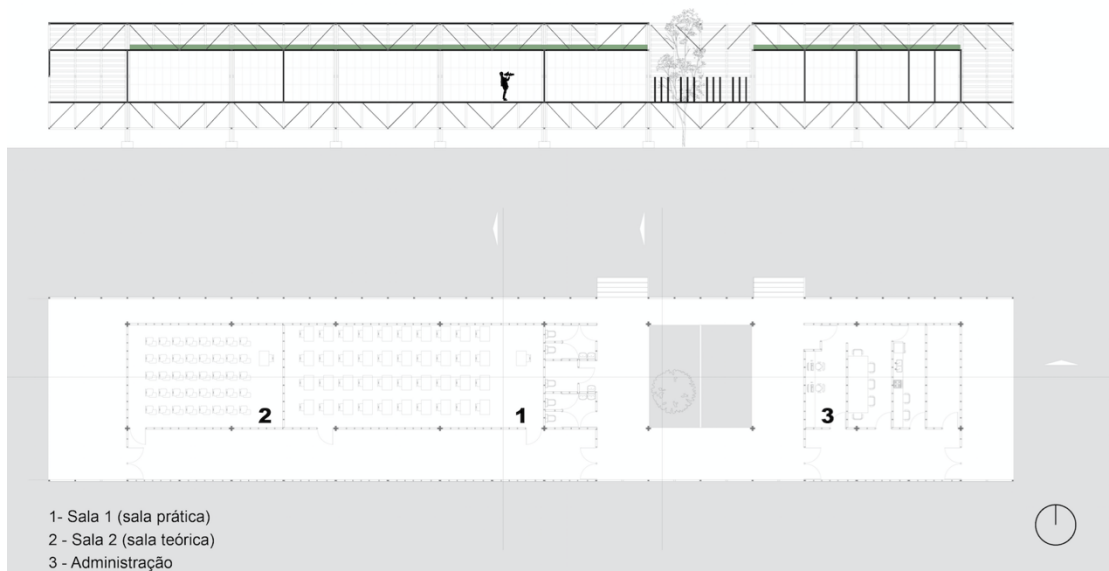
Fonte: O autor.

Figura 48 Perspectiva do módulo adaptado



Fonte: O autor.

Figura 49 Planta e corte do módulo adaptado



Fonte: O autor.

3.2.2 Energia embutida inicial do módulo educacional temporário de madeira

Utilizando como base a planilha desenvolvida durante a fase de projeto contendo os quantitativos do módulo, bem como utilizando trabalhos de Tavares (2006) e Monich

(2012) dentre outros, foi levantado a Energia Embutida Inicial do edifício temporário de madeira. A planilha completa estará disponível no Anexo A.

Conforme a tabela abaixo, foi obtido como Energia Embutida Inicial o valor baixo de 2,20 GJ/m², já esperado por se tratar de um projeto cujo principal material é a madeira.

Tabela 3 Energia embutida inicial do módulo temporário

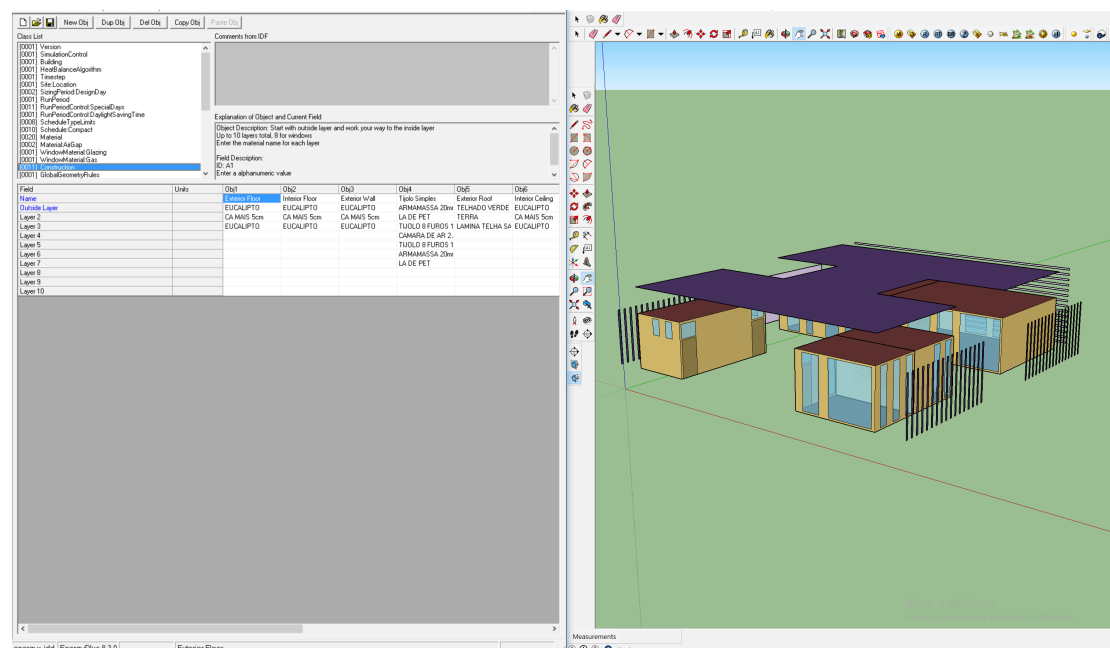
	Material	Transporte	Desperdício	Transporte desperdício	Total EE inicial
Total EE (MJ)	475457,31	15892,75	28805,25	4144,76	524300,07
Percentual de contribuição do item para o total de Energia Embutida/m² construção	90,68%	3,03%	5,49%	0,79%	100%
(GJ / m²)	2,00	0,07	0,12	0,02	2,20

Fonte: O autor.

3.2.3 Energia operacional do módulo educacional temporário de madeira

Utilizando como base os programas *SketchUP* e o *Energy Plus* 8.3 (Figura abaixo) e as padronizações tratadas no subcapítulo 3.1.1, as simulações para o cálculo de aquecimento e resfriamento foram desenvolvidas.

Figura 50 Imagem do módulo temporário no SketchUP e Energy Plus



Fonte: O autor.

Os resultados obtidos pela simulações quanto ao resfriamento e aquecimento estão demonstradas na Tabela a seguir:

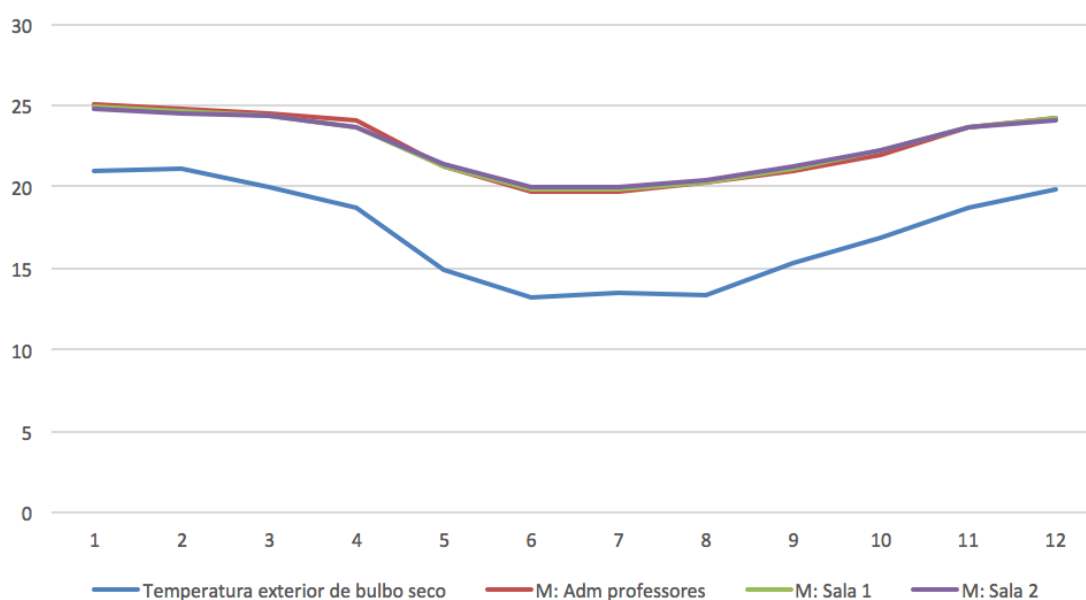
Tabela 4 Energia operacional do módulo temporário

	Aqueci- mento	COP	Resfria- mento (kWh)	COP	Total Anual (kWh)	Soma Total Anual	kWh / m ²	GJ / m ²
Sala 1	53,84	5	9692,75	3	3241,68	7971,2 5	33,45	0,12
Sala 2	49,84	5	10585,49	3	3538,46			
Adm	64,64	5	3534,53	3	1191,10			
Soma (kWh)	12659,79							

Fonte: O autor.

E a seguir estão mostradas os gráficos das temperaturas dos ambientes (sempre dentro da faixa de conforto) ao longo do ano:

Gráfico 3 Temperaturas dos ambientes do módulo temporário

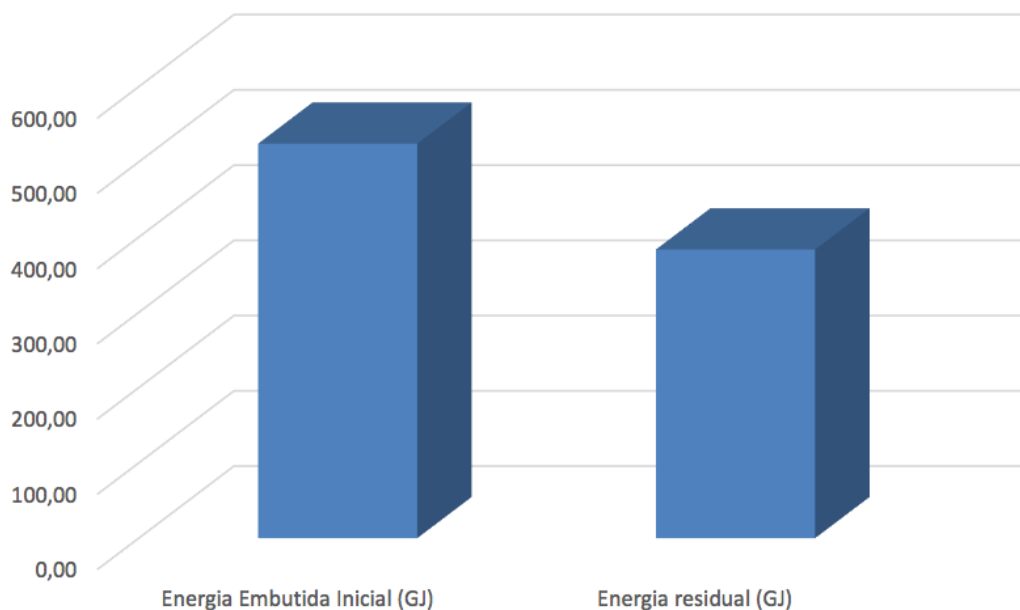


Fonte: O autor.

3.2.4 Energia residual do módulo educacional temporário de madeira

Para a obtenção da energia residual foi utilizada a mesma planilha de cálculo da energia embutida inicial, porém adotando os passos tratados no subcapítulo 2.6.7. Os detalhes das planilhas estão localizados no Anexo C.

Gráfico 4 Energia embutida inicial e residual do módulo temporário



Fonte: O autor.

Como o módulo educacional temporário de madeira foi pensado, pelo menos em nível de estudo preliminar, para ser desmontável, praticamente toda a sua energia embutida inicial se conserva em sua energia residual de 383,68 GJ. Essa energia equivale, aproximadamente, a 72% de sua energia embutida inicial e ela se conservaria numa nova montagem do edifício temporário.

3.3 Projeto padrão do FNDE: espaço educativo rural 2 salas de aula

O projeto padrão do FNDE foi escolhido como um próximo estudo de caso desta pesquisa, por possuir aspectos construtivos e tipológico compatíveis. O fato de possuir um programa de necessidades similar aos dos artefatos discutidos no subcapítulo anterior e por tratar-se de uma escola destinada às comunidades mais afastadas do centro de uma cidade foi decisivo para a escolha. Como foi tratado no início dessa pesquisa, existe hoje uma demanda pelas escolas no meio rural, lugar onde também a demanda é flutuante, tendendo a cair em poucos anos. E é justamente a durabilidade da arquitetura que a presente pesquisa pretende abordar, questionando a prática corrente.

Segundo o memorial descritivo do projeto, esse documento destina-se à orientação para a construção de escola de um pavimento com duas salas de aula, a ser implantada em assentamentos ou pequenas comunidades rurais nas diversas regiões do Brasil. Ainda explica que o Ministério da Educação, através do FNDE presta

assistência financeira aos municípios, com caráter suplementar, objetivando a construção das escolas.

3.3.1 Características do projeto

Figura 51 Perspectiva do projeto espaço educativo rural de 2 salas

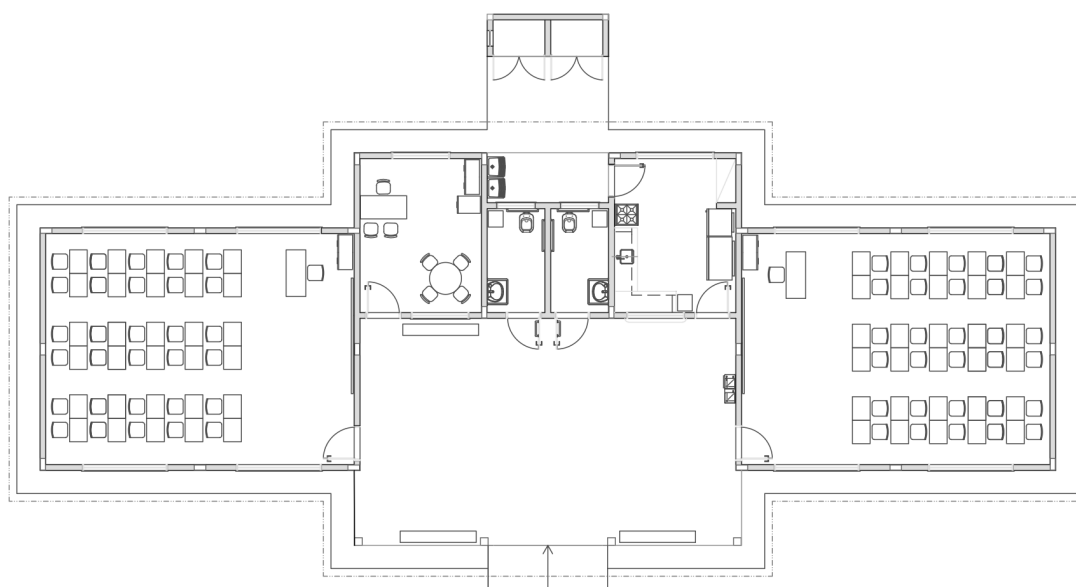


Fonte: FNDE.

De acordo com o memorial, o projeto de 208,53 m² possui capacidade de atendimento de até 120 alunos, em dois turnos, e 60 alunos em período integral. A proposta refere-se a uma edificação simples, atendendo aos critérios básicos para o funcionamento das atividades de ensino e aprendizagem. Ainda segundo o documento, a técnica construtiva adotada é simples, com materiais facilmente encontrados no comércio e não necessitando mão-de-obra especializada, possibilitando a construção do edifício em qualquer região do Brasil. Para este trabalho foi utilizado um local rural hipotético de mesma latitude e longitude de Curitiba.

A escola foi projetada com paredes de alvenaria de tijolo furado revestido e a estrutura de concreto armado. A cobertura consiste de telha cerâmica em duas águas, com estrutura do telhado em madeira. O telhado cobre o conjunto formado por uma única sala, administração, cozinha e sanitários. Para o revestimento do piso, especificou-se cerâmica resistente à abrasão, facilitando ainda a limpeza do local. Do mesmo modo, as salas de aula e a fachada são revestidas com cerâmica até o peitoril, protegendo a parede da umidade e dos impactos. Por questão de economia, não existe um espaço de recreio coberto, e sim um hall de entrada protegido pela coberta. As portas são especificadas em madeira pintada. A maior parte das esquadrias é do tipo basculante, em alumínio. A opção possibilita regular a ventilação natural e fornece mais segurança à escola.

Figura 52 Planta do projeto espaço educativo rural de 2 salas



Fonte: FNDE.

O documento considera como ideal a implantação em terreno retangular com medidas de 35 m de largura por 25 m de profundidade e declividade máxima de 3%, praticamente plano.

3.3.2 Energia embutida inicial do Espaço Educativo Rural de duas salas de aula

Utilizando como base a planilha orçamentária do FNDE contendo os quantitativos da escola, bem como utilizando trabalhos de Tavares (2006) e Monich (2012) dentre outros, foi levantado a energia embutida inicial do Projeto Espaço Educativo Rural de 02 salas de aula. A planilha completa estará disponível no Anexo A.

Conforme a tabela abaixo, foi obtido como Energia Embutida Inicial o valor de 32,43 GJ/m², valor significativamente alto, porém já esperado por se tratar de um projeto caracterizado pelo sistema construtivo simples especificado anteriormente - alvenaria de tijolos, concreto armado etc.

Tabela 5 Energia embutida inicial do projeto padrão FNDE

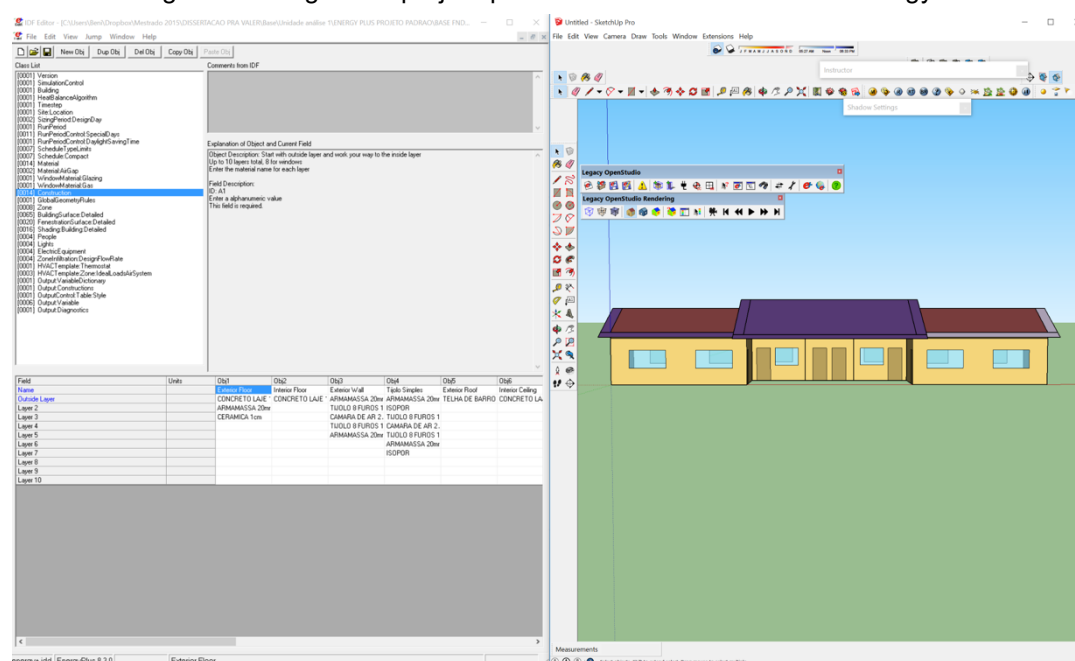
	Material	Transporte	Desperdício	Transporte desperdício	Total EE inicial
Total EE (MJ)	6132900,79	40625,89	582384,78	7394,48	6763305,96
Percentual de contribuição do item para o total de Energia Embutida/m² construção	90,68%	0,60%	8,61%	0,11%	100%
(GJ / m²)	29,41	0,19	2,79	0,04	32,43

Fonte: O autor.

3.3.3 Energia operacional do Espaço Educativo Rural de duas salas de aula

Utilizando como base os programas *SketchUP* e o *Energy Plus* 8.3 (Figura abaixo) e as padronizações tratadas no subcapítulo 3.1.1, as simulações para o cálculo de aquecimento e resfriamento foram desenvolvidas.

Figura 53 Imagem do projeto padrão aberto no SketchUP e Energy Plus



Fonte: O autor.

Os resultados obtidos pela simulações quanto ao resfriamento e aquecimento estão demonstradas na Tabela a seguir:

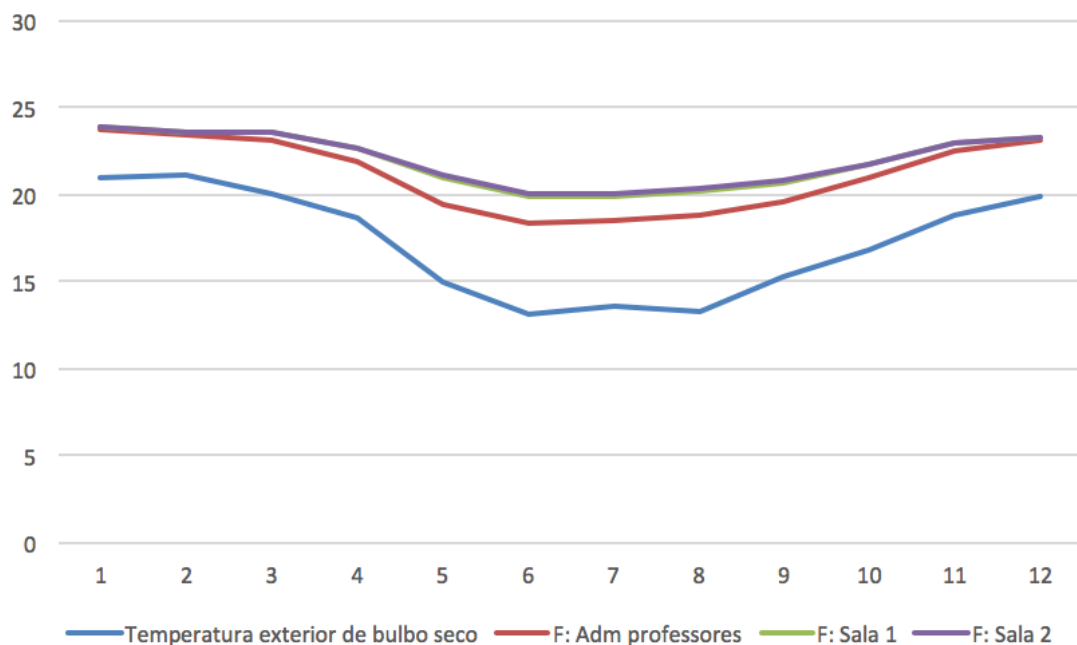
Tabela 6 Energia operacional do projeto padrão FNDE

	Aqueci- mento	COP	Resfria- mento (kWh)	COP	Total Anual (kWh)	Soma Total Anual	kWh / m ²	GJ / m ²
Sala 1	36,55	5	5295,77	3	1772,57	4058,3 1	19,46	0,07
Sala 2	31,87	5	6151,9	3	2057,01			
Adm	56,38	5	652,39	3	228,74			
Soma (kWh)	12659,79							

Fonte: O autor.

E a seguir estão mostradas os gráficos das temperaturas dos ambientes (sempre dentro da faixa de conforto) ao longo do ano:

Gráfico 5 Temperaturas dos ambientes do projeto padrão

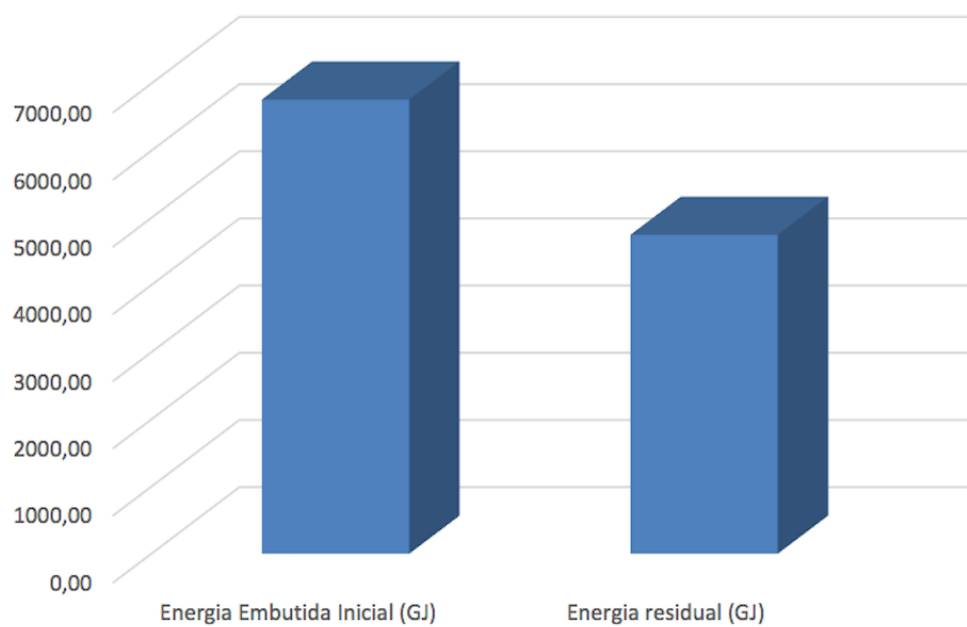


Fonte: O autor.

3.3.4 Energia residual do Espaço Educativo Rural de duas salas de aula

Para a obtenção da energia residual foi utilizada a mesma planilha de cálculo da energia embutida inicial, porém adotando os passos tratados no subcapítulo 2.6.7. Os detalhes das planilhas estão localizados nos Anexo C.

Gráfico 6 Energia embutida inicial e residual (de sobra) do projeto padrão



Fonte: O autor.

Como o projeto padrão do FNDE não foi desenvolvido para ser transportável e como consequência, nem desmontável, sua energia residual de 4748,90 GJ seria totalmente descartada caso não houvesse nenhum tipo de reciclagem. O reuso dos materiais é prejudicado devido a ligações químicas empregadas na construção e fixação deles e entre si.

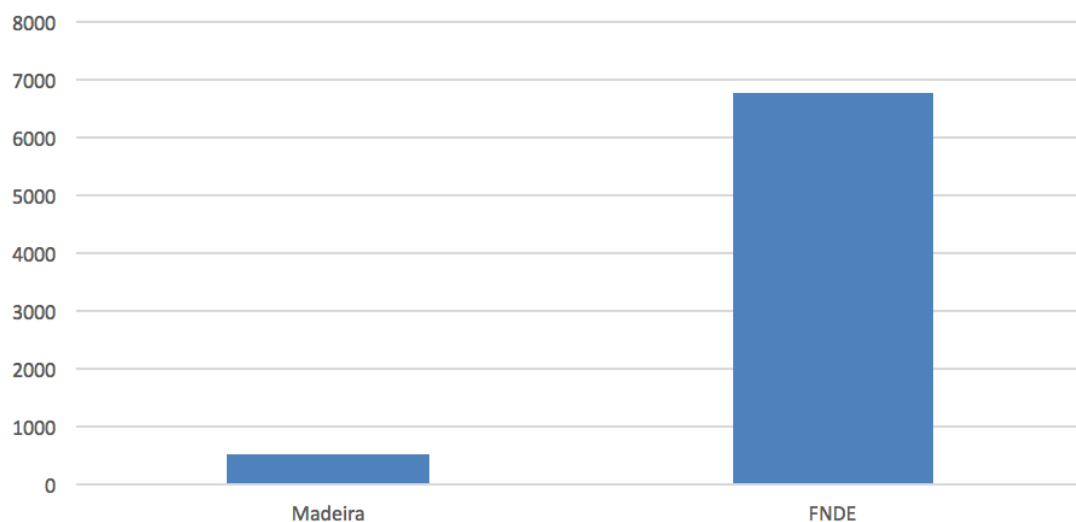
4 AVALIAÇÃO

Após os estudos e experimentos registrados, é preciso mostrar os resultados da comparação entre o Projeto Espaço Educativo Rural de 2 Salas (projeto padrão do FNDE) e o módulo educacional temporário de madeira.

4.1 Avaliação: energia embutida inicial

Embora o módulo educacional temporário de madeira (quase todo de madeira) seja aproximadamente 30 m² maior que o projeto Espaço Educativo Rural de 2 Salas, como já era esperado, conseguiu obter com êxito, no quesito envolvendo a energia embutida inicial, o posto de projeto mais sustentável ambientalmente.

Gráfico 7 Comparação de energia embutida inicial entre os projetos (GJ)

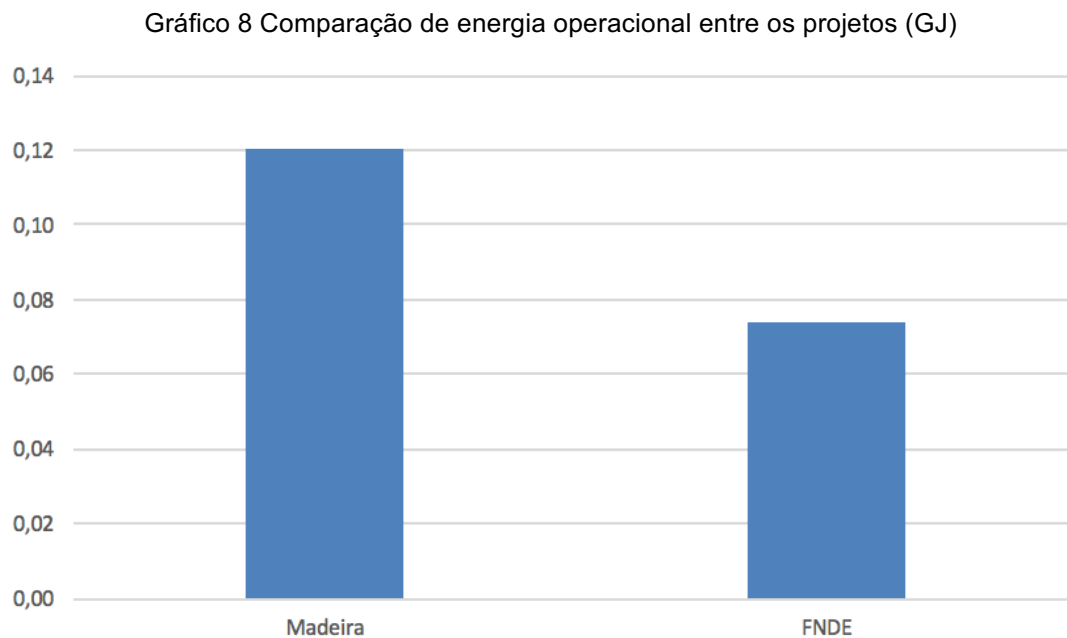


Fonte: O autor.

O módulo temporário obteve o valor de 524,30 GJ enquanto que o FNDE de 6763,31 GJ. É uma diferença muito significativa uma vez que o valor deste corresponde a aproximadamente 13 vezes o valor daquele. Se dividir os respectivos valores pelas áreas se obtém o valor de 2,20 GJ / m² para o projeto de madeira e 32,43 GJ / m² para o do FNDE. A diferença dos valores por m² é de 14,74 vezes.

4.2 Avaliação: energia operacional

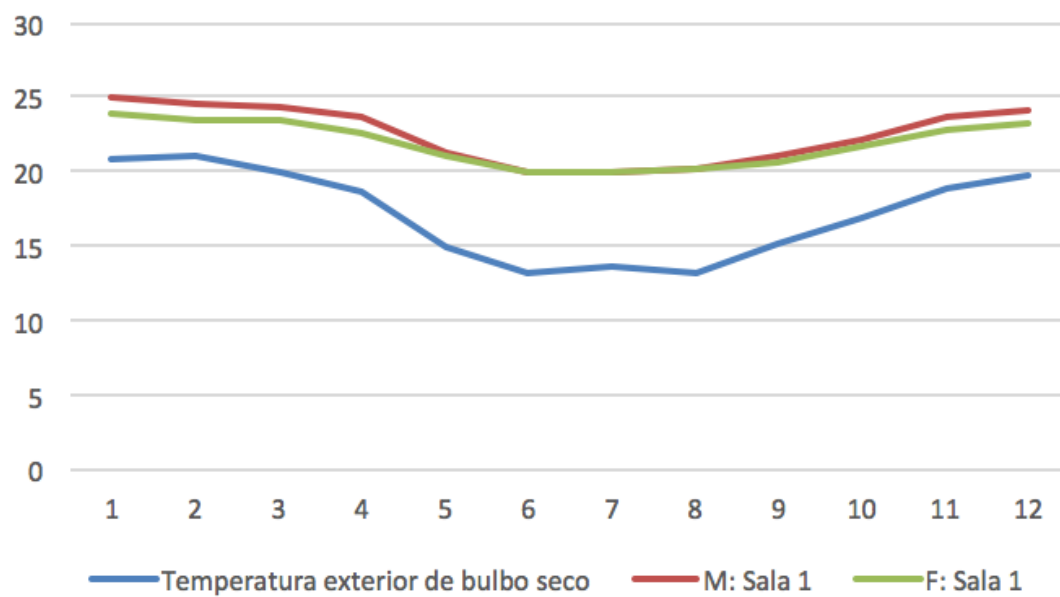
No quesito da energia operacional o módulo temporário não conseguiu se mostrar como o melhor. A utilização de coberturas vegetais para aumentar a inércia térmica foi um fator importante para que a diferença entre os valores não fosse maior. O projeto do FNDE obteve o valor de $0,07 \text{ GJ} / \text{m}^2$ (14,60 GJ) enquanto que o temporário de $0,12 \text{ GJ} / \text{m}^2$ (28,70 GJ). Isso significa que o módulo proposto possui a energia apenas 1,7 vezes maior que a do FNDE.



Fonte: O autor.

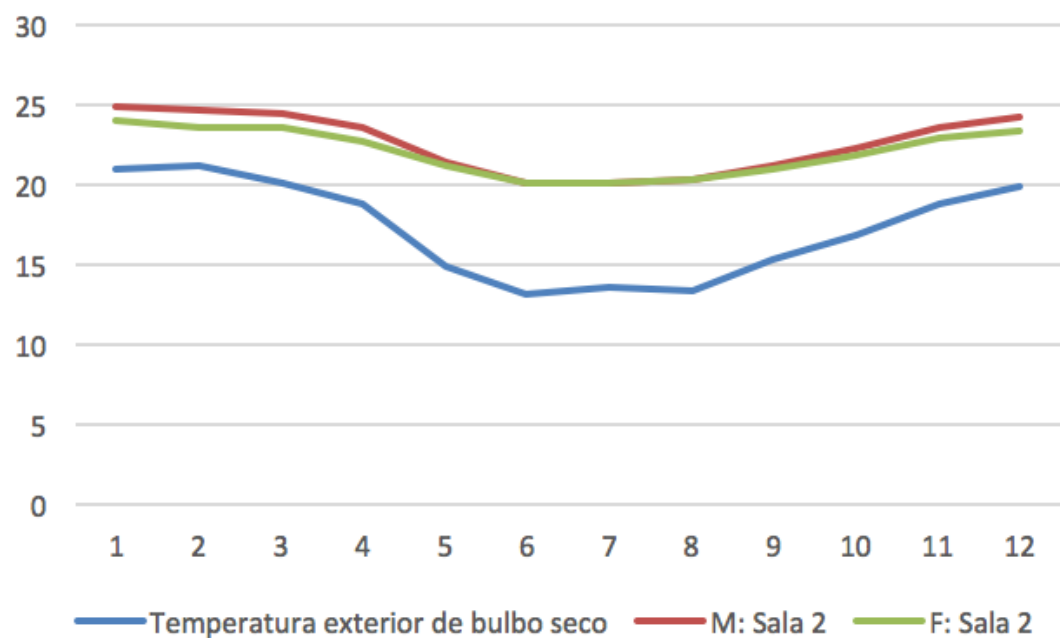
Pode-se também analisar as diferenças de temperaturas entre os ambientes dos projetos. Tanto as temperaturas do módulo temporário (M) quanto as do FNDE (F) ficaram dentro da faixa de conforto, somente tendo as variações entre elas devido aos diferentes materiais empregados nas edificações.

Gráfico 9 Comparação de temperatura: Sala 1



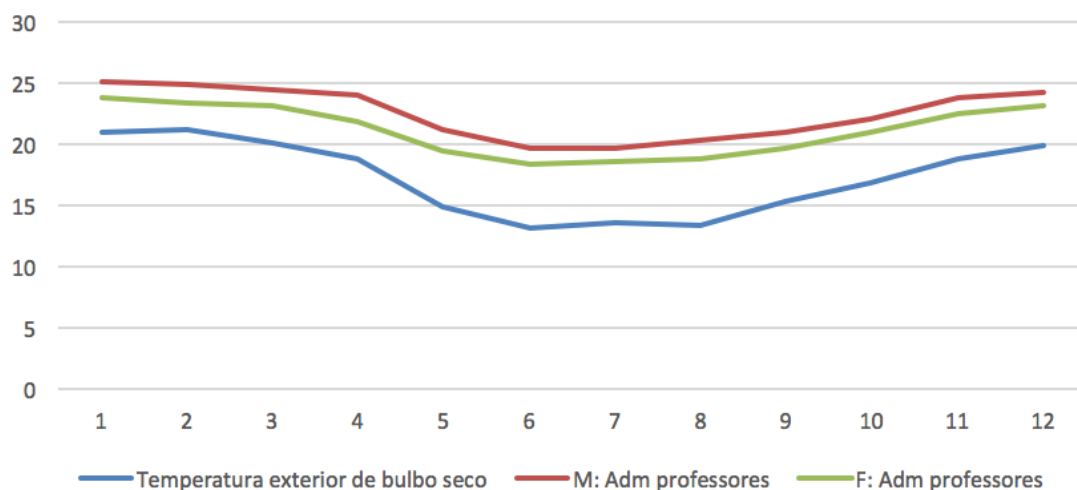
Fonte: O autor.

Gráfico 10 Comparação de temperatura: Sala 2



Fonte: O autor.

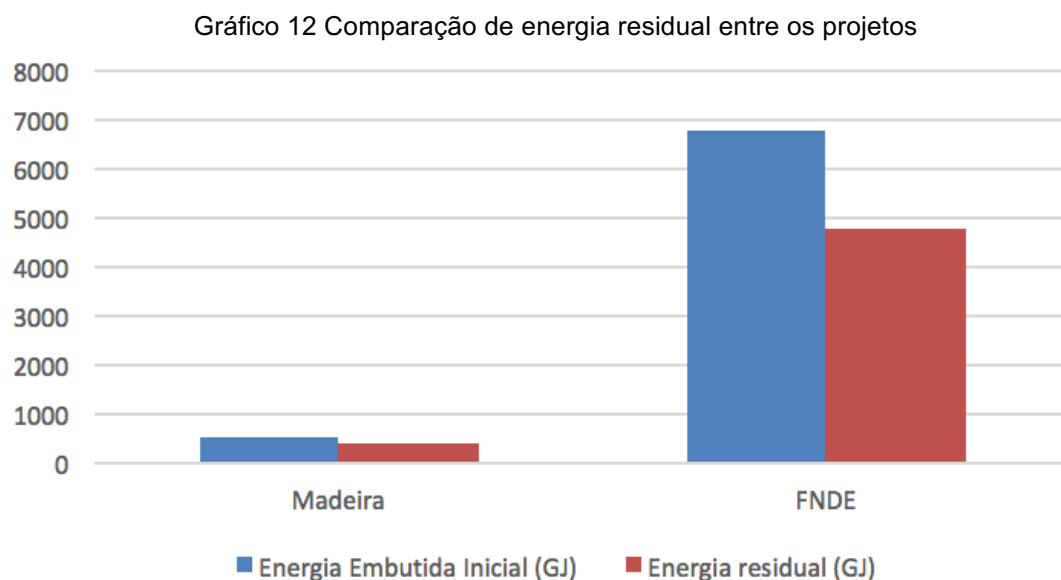
Gráfico 11 Comparação de temperatura: Administração / Sala professores



Fonte: O autor.

4.3 Avaliação: energia residual (de sobra)

Quanto à energia residual, a diferença entre os projetos se demonstra mais uma vez significativa. Como já fora discutido na revisão, é a energia que, teoricamente, se conservaria nos materiais do edifício para serem utilizadas novamente. A diferença aqui é que enquanto o módulo temporário consegue fazer um bom proveito dessa energia pós a vida funcional estipulada na pesquisa, o projeto do FNDE não consegue justamente por não ter sido concebido como um edifício temporário desmontável. Ou seja, essa energia seria, se não bem reciclada ou reutilizada, totalmente perdida. O módulo temporário obteve o valor de 383,68 GJ enquanto o FNDE obteve o valor de 4748,90 GJ.



Fonte: O autor.

Ao se considerar a energia operacional dos projetos, que foram simuladas para obterem os valores anuais, e multiplicar pelo fator tempo de 10 anos, e então calcular a diferença entre os valores chega-se no valor de 140,9 GJ. Esse é o valor que o projeto de madeira gastou a mais em relação ao do FNDE ao longo dos 10 anos. Porém, se utilizar a energia residual do módulo temporário pra amortizar essa diferença da energia operacional chega-se na conclusão de que o projeto temporário de madeira se sobressai, no âmbito global, como o projeto ambientalmente mais sustentável em todas as etapas.

Tabela 7 Energia residual como crédito para a energia operacional

	Operacional (GJ)	Tempo	Operacional (GJ) x Tempo	Diferença de energia entre Madeira e FNDE (GJ)	Energia residual (GJ)	Residual resultante (GJ)
Madeira	28,70	10	287	140,9	383,68	242,82
FNDE	14,61	10	146,1	0	- 4748,9	- 4748,90

Fonte: O autor.

5 CONCLUSÃO

No contexto da pesquisa analisada, o módulo educacional temporário de madeira se sobressaiu em relação ao projeto disponibilizado pelo FNDE como o projeto mais sustentável sob o aspecto ambiental. Uniu um razoável desempenho operacional com baixa energia embutida inicial e energia de sobra; além de garantir uma boa adaptabilidade e desmontagem do edifício (conservando assim a energia incorporada). Estas duas características foram alcançadas graças a um planejamento durante a fase projetual que visava a minimização de elementos construtivos, para que da reunião destes, através das conexões secas, a edificação pudesse ser erguida. Esta edificação, por sua vez, poderia ser construída para atender as demandas flutuantes dos campos e subúrbios, e após saná-las, desmontada para atender outras demandas em outros lugares ou para ser estocada até uma segunda ordem. É sabido que o projeto padrão do FNDE foi concebido da forma que foi para diminuir ao máximo os gastos envolvidos na construção, além de utilizar a técnica construtiva mais difundida no Brasil. Porém, a vida útil técnica dos materiais é muito maior do que o tempo necessário exigido - Educação de Jovens e Adultos - pela demanda por espaço da arquitetura.

Este trabalho pôde comprovar através do projeto e das análises energéticas que é possível sanar uma demanda programática flutuante e real pela arquitetura, desde que os projetistas levem em consideração as premissas que foram tratadas nesta pesquisa dentre outras de caráter técnico.

Com o projeto temporário de madeira conseguindo bons resultados frente a um projeto tradicional de alvenaria de tijolos, pode-se retornar à discussão acerca da durabilidade da arquitetura. Se esta é teoricamente, pelas normas, documentada como sendo de 50 anos de vida útil para a maioria das edificações, na maioria das vezes pode estar superestimada em relação às variações de demanda programática que ocorrem no tempo.

Essa situação pode estar ocorrendo, sem dúvida alguma, em qualquer município do Brasil. O projeto padrão foi elaborado para dar suporte aos municípios, geralmente pequenos, que não têm corpo técnico para desenvolver um projeto específico. Assim utilizam o projeto para receber verba do Governo Federal e poderem construir a escola. Porém, uma escola no meio

rural ou no subúrbio, atendendo jovens e adultos, dificilmente existirá funcionando como uma escola no decorrer dos anos tendo em vista os levantamentos mostrados no início desta pesquisa. Logo, após alguns anos de funcionamento o edifício estaria em desuso, demolido ou sendo quebrado para reformas a fim de permitir atender outro tipo de demanda.

Analizando esses fatos, uma arquitetura como a desenvolvida neste trabalho, que fosse capaz de atender a demanda temporária, garantindo um bom desempenho operacional, não impactando significativamente na extração de seus materiais e ainda sendo possível ser desmontada, pode ser interpretada como uma nova solução e eficiente do ponto de vista da sustentabilidade ambiental.

5.1 Questionamentos para estudos futuros

O foco da pesquisa foi baseado no projeto de madeira, comparando seu desempenho energético frente ao projeto padrão do Governo Federal. Foi comprovado através das simulações que mesmo um edifício possuindo relativamente pouca massa, porém associado à massa de vegetações, é capaz de funcionar razoavelmente bem em relação a de alvenaria de tijolos.

Apesar de ter elaborado o projeto pensando nos seus elementos e componentes para serem desmontáveis e assim proporcionar maior reuso do edifício, é sabido que, por ele ser edificado praticamente todo em madeira, as peças não conseguiriam aguentar um número alto de reuso.

Devido a isso, é de grande importância que haja estudos quanto à utilização de diferentes materiais, como o aço, por exemplo para compor as estruturas principais do edifício e verificar se essas mudanças poderiam compensar o possível aumento significativo da Energia Embutida, ou seja, se o aumento significativo da quantidade de reuso do material poderia trazer benefícios como contrapartida a esse aumento energético.

Poderia também estudar outro tipo de ligação entre as peças lineares tendo em vista que ao empregar o conector de aço a edificação ficaria muito, provavelmente, cara.

Outro aspecto em relação ao módulo temporário após fazer as análises em relação à energia operacional é que para se obter um resultado mais eficiente, o edifício deveria possuir mais massa para aumentar sua inércia térmica. E por

isso, estudar alternativas de sistema construtivo (mantendo a madeira como principal) seria interessante sobre o ponto de vista energético. Outro aspecto de caráter construtivo é que substituir brises por prateleiras de luz poderia, possivelmente, gerar uma melhor iluminação para as salas de aulas com luz natural, difusa e abundante. Então, implementar estudos e análises nesses aspectos construtivos seriam bem-vindos.

Seria também possível se desenvolver estudos acerca de outras flexibilizações materiais em decorrência do possível local de implantação do projeto. Estudos e análises quanto aos principais materiais fabricados por região do País, bem como a questão da mão de obra, propondo possíveis adequações projetuais para que mesmo o edifício sendo temporário, pudesse apresentar mais conexões com o contexto escolhido para a implantação.

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1 2013 Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 1 : Requisitos gerais** Prefácio. ABNT, 2013.

ABULNOUR, Adham Hany, **The post-disaster temporary dwelling: Fundamentals of provision, design and construction**, HBRC Journal, Volume 10, Issue 1, April 2014, Pages 10-24, ISSN 1687-4048, <http://dx.doi.org/10.1016/j.hbrcj.2013.06.001>.

ADALBERTH, K. **Energy use during the life cycle of buildings: a method**. **Building and Environment**, 32 (4), p. 317-320. Elsevier Science Ltd. 1997 (a).

ARSLAN, Hakan, **Re-design, re-use and recycle of temporary houses**, **Building and Environment**, Volume 42, Issue 1, January 2007, Pages 400-406, ISSN 0360-1323, <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.07.032>.

BAIRD, G., CHAN, S. A. **Energy Cost of Houses and Light Construction Buildings**. New Zealand Energy Research and Development Committee, NZERDC Report No. 76, Auckland, 1983

BASHAWRI, Abdulrahman,. GARRITY, Stephen, MOODLEY, Krisen, **An Overview of the Design of Disaster Relief Shelters**, **Procedia Economics and Finance**, Volume 18, 2014, Pages 924-931, ISSN 2212-5671, [http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)01019-3](http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671(14)01019-3).

BEN, Slee., HYDE, Richard. **"The NSW demountable classroom: an analytical study to improve this radical building solution for education."** **Living and Learning: Research for a Better Built Environment: 49th International Conference of the Architectural Science Association**. 2015.

BERRIEL, Andréa B. M. S. **Arquitetura de madeira: reflexões e diretrizes de projeto para concepção de sistemas e elementos construtivos**. 363f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 2009.

CIB, Conseil International du Bâtiment. **Agenda 21 on sustainable construction for developing countries – a discussion document**. CIB & UNEP-ITEC, 2002. 83 p. ISBN 0- 7988-5540-1

Couto, A., Couto, J., Teixeira, J. (2006), “**Desconstrução - Uma Ferramenta para Sustentabilidade da Construção**”, Seminário Brasileiro da Gestão do Processo de Projecto na Construção de Edifícios, São Paulo, Brasil.

DRESCH, Aline. **Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia** / Aline Dresch, Daniel Pacheco Lacerda, José Antonio Valle Antunes Júnior. Porto Alegre: Bookman, 2015. Xxii, 181 p. :il. ; 25 cm.

DURMISEVIC, E. **Transformable Building Structures: Design for disassembly as a way to introduce sustainable engineering to building design & construction**. Tese (doutorado). Universidade Técnica de Delft, Holanda, 2006.

EPA, Environmental Protection Agency. **Sustainable Building Technical Manual**. Green Building Design, Construction and Operations. Produced by Public Technology Inc. US, Green Building Council. USA, 1996. 292 p.

FAY, R.; TRELOAR, G.; IYER-RANIGA, U. **Life-cycle energy analysis of buildings: a case study**. **Building Research and Information**, 28 (1) p. 31-41 JAN-FEB. Routledge, London. 2000.

FÉLIX, Daniel, BRANCO, Jorge M., FEIO, Artur, **Temporary housing after disasters: A state of the art survey**, Habitat International, Volume 40, October 2013, Pages 136-141, ISSN 0197-3975, <http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.03.006>.

GENERALOVA, Elena M., GENERALOV, Viktor P., KUZNETSOVA, Anna A., **Modular Buildings in Modern Construction**, Procedia Engineering, Volume 153, 2016, Pages 167-172, ISSN 1877-7058, <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.098>.

GOMES, Ana Valeska Amaral. **Educação de jovens e adultos no PNE 2001-2010**. Consultoria Legislativa - Área XV - Educação, Cultura, Desporto, Ciência e Tecnologia, 2011.

GRAF, Helena Fernanda. TAVARES, Sergio Fernando. **Conforto térmico para a cidade de Curitiba: faixa de temperaturas de conforto adaptativo**. Artigo. UFPR. Curitiba. 2012.

HEISKANEN, E. **The institutional logic of life cycle thinking**. Journal of Cleaner Production 10, p. 427–437. Elsevier Science Ltd. 2002.

HERENDEEN R.; TANAKA J. CAC Document 171, April. Center for advanced Computation, University of Illinois. EUA. 1975.

IPEA. **Caderno de Diagnóstico: Resíduos da Construção Civil**. Agosto, 2011.

KRONENBURG, Robert. **Flexible**: Architecture that Responds to Change. Laurence King, London, 2007.

ISO, **International Organization for Standardization**. ISO 14040: Environmental management — life cycle assessment — principles and framework. Geneva, Switzerland, 1997.

KRONENBURG, Robert. **Architecture in Motion: The history and development of portable building**. 2013. Routledge, Oxford, p. 318.

KOWALTOWSKI, Doris C.C.K., MOREIRA, Daniel de Carvalho, João R. D. Petreche e Márcio M. Fabrício **O processo de projeto em arquitetura: da teoria a tecnologia, organização**. Ed. Oficina de Textos, dez. 2011, ISBN 978-85-7975-033-5, pp. 101-108.

KOWALTOWSKI, DORIS CATHARINE CORNELIE K; MOREIRA, D. C.; DELIBERADOR, M. S.; **"O PROGRAMA ARQUITETÔNICO NO PROCESSO DE PROJETO: DISCUTINDO A ARQUITETURA ESCOLAR, RESPEITANDO O OLHAR DO USUÁRIO"**, "Projetos Complexos e os Impactos na Cidade e na Paisagem", 04/2012, ed. 1, Editora da UFRJ, pp. 26, pp.160-185, 2012

LARCHER, José Valter Monteiro. **Diretrizes visando a melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social**. Dissertação. UFPR. Curitiba. 2005.

MARQUES, Luís Eduardo Menezes Marinho. **O papel da madeira na sustentabilidade da construção**. Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

MEC. **Análise sobre a expansão das Universidades Federais 2003 a 2012**. Brasília, 2012.

MEC. **Programa de apoio a planos de reestruturação e expansão das universidades federais**: Reuni 2008 - Relatório de Primeiro Ano. Brasília, 2009.

MONICH, Carla Rabelo. **Avaliação ambiental de uma habitação de interesse social pré-fabricada em madeira no sistema Wood Frame no Estado do Paraná**. Universidade Federal do Paraná. Setor de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil. Curitiba, 2012.

MOREIRA, María Teresa; RIVELA, B.; FEIJOO, G.; MUÑOZ, I.; RIERADEVALL, J. **Life cycle assessment of wood wastes**: A case study of ephemeral architecture. *Science of the Total Environment*, Barcelona; Volume 357, Issues 1–3, Páginas 1–11; 15 de março de 2006.

NASCIMENTO, Luiz Antonio do; SANTOS, E. T.; **A indústria da construção na era da informação**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.3, n.1, p.69-81, jan./mar. 2003
PERRUCCI, Daniel V., VAZQUEZ, Bianca A. Can B. Aktas, **Sustainable Temporary Housing: Global Trends and Outlook**, Procedia Engineering, Volume 145, 2016, Pages 327-332, ISSN 1877-7058, <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.082>.

ROBSON, Colin. **Real World Research A resource for social scientists and practioner- researchers**. SecondEdition. 2002.

SANTOS, Mileny. **Análise da execução de obras e serviços de engenharia no âmbito das empresas públicas, considerando as etapas de projeto, licitação e fiscalização**: estudo de caso no Banco do Brasil. 2010, 248 f., il. Dissertação (Mestrado em Estruturas de construção civil)-Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

SCHEUER, Chris et al. **Life cycle energy and environmental performance of a new university building: modelling challenges and design implications**. Energy and Buildings 35, p. 1049-1064. Elsevier Science Ltd. 2003.

SILVA, Marcelle Borges Lemes da. **Habitação transitória de caráter emergencial**. 2013. 100f. Monografia (graduação) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

STAIB, Gerald. **Components and systems: modular construction : design, structure, new Technologies**. Munchen ; Basel : Edition Detail : Birkhauser, 2008.

STEVEN J. Preston, LAWRENCE C. Bank, **Portals to an Architecture: Design of a temporary structure with paper tube arches, Construction and Building Materials**, Volume 30, May 2012, Pages 657-666, ISSN 0950-0618, <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.12.019>.

TARON, J. M. **Modeling Disassembly: Incorporating Divertability into the Construction and Demolition of Buildings**. 2016 IEEE 1st International Workshops on Foundations and Applications of Self* Systems (FAS*). Anais...IEEE, set. 2016

TAVARES, S. F. **Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras**. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

TRELOAR, G.J. et al. **Building materials selection: greenhouse strategies for built facilities. Facilities**, vol. 19, number 3/4, p. 139-149. Emerald, Bradford. ISSN 0263-2772, UK, 2001.

VIPULKUMAR, Brian Uy, LI, Patel, Dongxu, ASLANI, Farhad, **Behaviour and Design of Connections for Demountable Steel and Composite Structures**, Structures, Volume 9, February 2017, Pages 1-12, ISSN 2352-0124, <http://dx.doi.org/10.1016/j.istruc.2016.06.005>.

WERNER, Carolina de Marco. **Transformable and transportable architecture: analysis of buildings components and strategies for project design**. 2013. 86f. Tese de Mestrado em Tecnologia da Arquitetura. Linha de Construção e Inovação

Tecnológica - Universidade Politécnica de Cataluña, Escola Técnica Superior de Arquitetura de Barcelona.

WILTING, H.C. **An energy perspective on economic activities**. Doctoral Thesis, Rijksuniversiteit Groningen, Holanda, 1996. ISBN 90-367-0679-3.

YEANG, K. Ecodesign: **A Manual for Ecological Design**. London: Wiley-Academy, 2006.

YIN, R.K.. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZEVI, Bruno. **Saber ver a arquitetura**. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 1978.

6.1 REFERÊNCIA WEBGRÁFICA

ARCHNET. Disponível em: < <http://archnet.org/sites/4538> > Acesso: 12/02/2017.

ANDERSON ANDERSON. Disponível em: < <http://andersonanderson.com/2013/02/01/energy-positive-portable-classroom/> > Acesso: 13/02/2017.

BISSET, Colin. Disponível em: < <http://www.abc.net.au/radionational/programs/blueprintforliving/is-the-demountable-classroom-an-architectural-icon/6999392> > Acesso: 14/02/2017.

FERNANDES, Elisângela. **Desigualdade em campo. 2010**. Disponível em: < <http://www.todospelaeducacao.org.br/educacao-na-midia/indice/11666/desigualdades-em-campo/> >. Acesso em 24.06.2016.

INDAYEAR2STUDIO: Disponível em: < <http://indayear2studio-1314s1.blogspot.com.br/2013/09/pins-case-study-shigeru-bans-paper-log.html#.WKWbAs7ytE4> > Acesso: 20/02/2017.

MIMARLAR ODASI. Disponível em: < <http://www.mo.org.tr/ulusalsergi/index.cfm?sayfa=Y-ANADOL> > Acesso: 12/02/2017.

PASTERNAK, Alex. Disponível em: < <http://www.treehugger.com/sustainable-product-design/an-earthquake-ready-school-for-china-just-add-cardboard-tubes.html> > Acesso: 11/02/2017.

PASTORELLI, Giuliano. "Módulo 10x10 / stación-ARquitectura " 29 Jan 2015.
Plataforma Arquitectura. Disponível em:
<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/728045/modulo-10x10-stacion-arquitectura>
Acessado 02 de maio 2015.

PAZ, Daniel. **Arquitetura efêmera ou transitória**: Esboços de uma caracterização.
Architextos - ISSN 1809 - 6298. Disponível em:
<<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.102/97>>. Acesso em
24.03.2015.

RITTO, Cecília: Disponível em: < <http://veja.abril.com.br/noticia/educacao/em-rio-das-ostras-um-exemplo-do-improviso-do-reuni-que-desperdica-bilhoes> > Acesso:
26/04/2015.

STUDIO Jantzen. Disponível em: < <http://www.studiojantzen.com/project/st-louis-river-circle-9/> > Acesso: 10/02/2017.

WANG, Lucy. Disponível em: < <http://inhabitat.com/energy-positive-portable-classroom-produces-four-times-more-energy-than-it-needs> > Acesso: 15/02/2017.

WATANABE, Ayana. Disponível em: < <http://pingmag.jp/2008/11/14/sichuan/> ;
Acesso: 30/04/2015.

ANEXO A - Planilhas de cálculo da fase pré-operacional dos projetos

Módulo educacional temporário de madeira:

	A				B		C	D	E	F	G	H	I	J	K
	DESCRIÇÃO: Parte edificação / materiais / equipamentos														
	und	qtde	kg/und	kg	EE M/kg	EE mat MJ	Fator de transporte MJ/kg	EE transporte MJ	desperdício%	EE desperdício MJ	Fator de transporte MJ/kg ¹²	EE transporte desperdício MJ	EE inicial MJ		
						B x C	Tavares (2006), p. 133 e 134	B x E		D x G	Tavares (2006), p. 133 e 134	B x G x I	D + F + H + J		
EQUIPAMENTOS															
Serra circular, elétrica	h	50,75	3,8	192,85	3,6	694,26	0,1	25,07	0,00%	0	0,26	0	719,33		
Platina, elétrica	h	89	1,6	142,40	3,6	512,64	0,1	18,51	0,00%	0	0,26	0	531,15		
Furadeira de impacto, elétrica	h	95,2	0,36	34,27	3,6	123,3792	0,1	4,46	0,00%	0	0,26	0	127,83		
Betoneira 400L - 2CV, elétrica	h	4,122	1,5	6,18	3,6	22,2588	0,1	0,80	0,00%	0	0,26	0	23,06		
ESTRUTURA															
Cimento Portland CP II-E 32MPa	kg	659,25	1	659,25	4,2	2768,85	0,1	85,70	40,00%	1107,54	0,26	68,562	4030,65		
Pedra britada 1	m3	1,413	1650	2.331,45	0,15	349,7175	0,1	303,09	40,00%	139,887	0,26	242,4708	1035,16		
Pedra britada 2	m3	4,968	1650	8.197,20	0,15	1229,58	0,1	1065,64	40,00%	491,832	0,26	852,5088	3639,56		
Areia lavada tipo média	m3	1,953	1515	2.958,80	0,05	147,93975	0,1	384,64	50,00%	73,969875	0,26	384,64335	991,20		
Barra de aço CA-50 10mm	kg	146,25	1	146,25	31	4533,75	0,1	19,01	10,00%	453,375	0,26	3,8025	5009,94		
Barra de aço CA-60 4,2mm	kg	33,75	1	33,75	31	1046,25	0,1	4,39	10,00%	104,625	0,26	0,8775	1156,14		
Tábua de madeira 1x8" 2,5x20cm - não aparelhada	m	27	3	81,00	0,5	40,5	0,1	10,53	15,00%	6,075	0,26	3,159	60,26		
Peça de madeira eucalipto para pórticos 10x10x150cm - seca ao ar livre	pc	1268	10,965	13.903,62	0,5	6951,81	0,1	1807,47	15,00%	1042,7715	0,26	542,24118	10344,29		
Conectores cúbicos em aço galvanizado 10x10cm	pc	486	0,47728	231,96	33,8	7840,1831	0,1	30,15	0,00%	0	0,26	0	7870,34		
Cantoneiras em aço galvanizado	pc	488	0,20881	101,90	33,8	3444,19566	0,1	13,25	0,00%	0	0,26	0	3457,44		
Tirantes em aço 1/2" x 2,5m para contraventamento	pc	244	2,475	603,90	31	18720,9	0,1	78,51	10,00%	1872,09	0,26	15,7014	20687,20		
Placas 80x80 em aço galvanizado - fundação	pc	16	1,63648	26,18	33,8	885,008384	0,1	3,40	0,00%	0	0,26	0	888,41		
Placas 30x30 em aço galvanizado - fundação	pc	16	1,07388	17,18	33,8	580,754304	0,1	2,23	0,00%	0	0,26	0	582,99		
Parafusos de fixação	kg	418	1	418,00	31	12958	0,1	54,34	10,00%	1295,8	0,26	10,868	14319,01		
ALVENARIA															
Paredes e painéis															
Placas de eucalipto saligna 310x50cm - seca ao ar livre	pc	97	40,113625	3.891,02	0,5	1945,51081	0,1	505,83	15,00%	291,826622	0,26	151,749843	2894,92		
Placas de eucalipto saligna 310x60cm - seca ao ar livre	pc	21	47,286563	993,02	0,5	496,508912	0,1	129,09	15,00%	74,4763367	0,26	38,7276951	738,81		
Parafusos de fixação	kg	4,311384	1	4,31	31	133,652904	0,1	0,56	10,00%	13,3652904	0,26	0,11209598	147,69		
Lã de rocha para isolamento 310x50cm	pc	0	8,316	0,00	19	0	0,1	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00		
Lã de rocha para isolamento 310x60cm	pc	0	10,164	0,00	19	0	0,1	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00		
Revestimento de paredes															
Verniz sintético	m2	195,65	0,1031	20,17	98	1976,80847	0,1	2,62	15,00%	296,521271	0,26	0,78668909	2276,74		
ESQUADRIAS															
Porta de abrir em madeira maciça eucalipto 2,5cm - seca aparelhada	pc	8	35,59	284,72	3,5	996,52	0,1	37,01	15,00%	149,478	0,26	11,10408	1194,12		
Janela 01 de perfis de madeira eucalipto 100x25mm - seca aparelhada	pc	53	14,62	774,86	3,5	2712,01	0,1	100,73	15,00%	406,8015	0,26	30,21954	3249,76		
Janela 02 de perfis de madeira eucalipto 100x25mm - seca aparelhada	pc	6	5,29975	31,80	3,5	111,29475	0,1	4,13	15,00%	16,6942125	0,26	1,2401415	133,36		
Janela 03 de perfis de madeira eucalipto 100x25mm - seca aparelhada	pc	11	14,8028	162,83	3,5	569,9078	0,1	21,17	15,00%	85,48617	0,26	6,3504012	682,91		
Vidro temperado liso incolor 15mm	m2	85,2	37,5	3.195,00	26,2	83709	0,1	415,35	0,00%	0	0,26	0	84124,35		
COBERTURA															
Telhado															
Placas de eucalipto 310x150cm - seca ao ar livre	pc	46	120,34	5.535,68	3,5	19374,8809	0,1	719,64	15,00%	2906,23213	0,26	215,89153	23216,64		
Parafusos de fixação	kg	8,181831	1	8,18	31	253,636761	0,1	1,06	10,00%	25,3636761	0,26	0,21272761	280,28		
Calha metálica n.16 - 320x30cm	pc	44	11,45472	504,01	33,8	17035,4596	0,1	65,52	10,00%	1703,54596	0,26	13,1041997	18817,63		
Telha termocústica de alumínio (e= 20mm; larg.= 1056mm; vão = 4m)	m2	160	1,2	192,00	98,2	18854,4	0,1	24,96	10,00%	1885,44	0,26	4,992	20769,79		
Espuma poliuretano 30mm	m2	160	1,05	168,00	74	12432	0,1	21,84	0,00%	0	0,26	0	12453,84		
Geotextil não-tecido	m2	160	0,3	48,00	95	4560	0,1	6,24	10,00%	456	0,26	1,248	5023,49		
Argila expandida	m3	9,92	750	7.440,00	7,2	53568	0,1	967,20	0,00%	0	0,26	0	54535,20		
Substrato	m3	14,88	1000	14.880,00	3,904	58091,52	0,1	1934,40	0,00%	0	0,26	0	60025,92		
Mudas rasteiras da região	m2	160	0,005	0,80	0	0	0,1	0,10	0,00%	0	0,26	0	0,10		
Forro															
Placas de eucalipto saligna 310x50cm - seca ao ar livre	pc	90	40,113625	3.610,23	0,5	1805,11313	0,1	469,33	15,00%	270,766969	0,26	140,798824	2686,01		
Placas de eucalipto saligna 310x60cm - seca ao ar livre	pc	30	47,286563	1.418,60	0,5	709,298445	0,1	184,42	15,00%	106,394767	0,26	55,3252787	1055,44		
Parafusos de fixação	kg	6,810027	1	6,81	31	211,110837	0,1	0,89	10,00%	21,1110837	0,26	0,1770607	233,28		
Lã de rocha para isolamento 310x50cm	pc	0	8,316	0,00	19	0	0,1	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00		
Lã de rocha para isolamento 310x60cm	pc	0	10,164	0,00	19	0	0,1	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00		
PISOS															
Placas de eucalipto saligna 310x50cm - seca ao ar livre	pc	126	40,113625	5.054,32	0,5	2527,15838	0,1	657,06	15,00%	379,073756	0,26	197,118353	3760,41		
Placas de eucalipto saligna 310x60cm - seca ao ar livre	pc	40	47,286563	1.891,46	0,5	945,73126	0,1	245,89	15,00%	141,859689	0,26	73,7670383	1407,25		
Parafusos de fixação	kg	6	1	6,00	31	186	0,1	0,78	10,00%	18,6	0,26	0,156	205,54		
Lã de rocha para isolamento 310x50cm	pc	0	8,316	0,00	19	0	0,1	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00		
Lã de rocha para isolamento 310x60cm	pc	0	10,164	0,00	19	0	0,1	0,00	0,00%	0	0,26	0	0,00		
INSTALAÇÕES															
Louças e metais															
Lavatório de louça branca com torneira e acessórios	pc	5	10,00	50,00	25	1250	0,1	6,50	0,00%	0	0,26	0	1256,50		
Coluna para lavatório de louça branca	pc	4	15,00	60,00	25	1500	0,1	7,80	0,00%	0	0,26	0	1507,80		
Coluna suspensa para lavatório PNE de louça branca	pc	1	12,00	12,00	25	300	0,1	1,56	0,00%	0	0,26	0	301,56		
Bacia sifonada de louça branca com acessórios	pc	5	15	75,00	25	1875	0,1	9,75	0,00%	0	0,26	0	1884,75		
Caixa acoplada para bacia	pc	5	18	90,00	80	7200	0,1	11,70	0,00%	0	0,26	0	7211,70		
Assento sanitário universal básico	pc	5	0,1	0,50	80	40	0,1	0,07	0,00%	0	0,26	0	40,07		
Barra de apoio L=80cm	pc	2	1,2	2,40	31	74,4	0,1	0,31	0,00%	0	0,26	0	74,71		
Tampo de granito copa e sala prática	m2	2,04	53	108,12	0,016	1,708296	0,1	14,06	0,00%	0	0,26	0	15,76		
Cuba de inox	pc	3	1,8	5,40	38	205,2	0,1	0,70	0,00%	0	0,26	0	205,90		
Tanque de louça branca com torneira e acessórios	pc	1	5	5,00	25	125	0,1	0,65	0,00%	0	0,26	0	125,65		
Coluna para tanque de louça branca	pc	1	10	10,00	25	250	0,1	1,30	0,00%	0	0,26	0	251,30		
Hidráulicas e de esgoto															

Sumidouro de concreto pré-fabricado (h= 5m; d= 2,8m; n.cont.= 80)	pç	2	15140	30.280,00	1,2	36336	0,1	3936,40	10,00%	3633,6	0,26	787,28	44693,28		
Fossa séptica de concreto pré-fabricado (h= 2,5m; d= 2,25m; n.cont.= 80)	pç	2	5016	10.032,00	1,2	12038,4	0,1	1304,16	10,00%	1203,84	0,26	260,832	14807,23		
Reservatório de água de polietileno 5.000L	pç	1	115	115,00	95	10925	0,1	14,95	0,00%	0	0,26	0	10939,95		
Tubo PVC 100mm esgoto	m	50	0,75	37,50	80	3000	0,1	4,88	17,00%	510	0,26	1,6575	3516,53		
Tubo PVC 40mm esgoto	m	23	0,65	14,95	80	1196	0,1	1,94	17,00%	203,32	0,26	0,66079	1401,92		
Tubo PVC soldável 25mm água	m	40	0,04	1,60	80	128	0,1	0,21	17,00%	21,76	0,26	0,07072	150,04		
Tubo PVC soldável 50mm água	m	6	0,05	0,30	80	24	0,1	0,04	17,00%	4,08	0,26	0,01326	28,13		
Curva PVC 90° soldável 25mm água	pç	4	0,05	0,20	80	16	0,1	0,03	17,00%	2,72	0,26	0,00884	18,75		
Curva PVC 90° soldável 100mm esgoto	pç	6	0,05	0,30	80	24	0,1	0,04	17,00%	4,08	0,26	0,01326	28,13		
Ralo sifonado PVC quadrado 100x100	pç	4	0,5	2,00	80	160	0,1	0,26	17,00%	27,2	0,26	0,0884	187,55		
Porta grelha quadrada 100mm	pç	4	0,01	0,04	80	3,2	0,1	0,01	17,00%	0,544	0,26	0,001768	3,75		
Grelha quadrada 100mm	pç	4	0,01	0,04	80	3,2	0,1	0,01	17,00%	0,544	0,26	0,001768	3,75		
Elétricas															
Luminária interna para duas lâmpadas 40W	pç	45	5	225,00	98,2	22095	0,1	29,25	0,00%	0	0,26	0	22124,25		
Lâmpada fluorescente 40W	pç	90	0,25	22,50	85	1912,5	0,1	2,93	0,00%	0	0,26	0	1915,43		
Eletroduto PVC flexível corrugado 25mm	m	200	0,12	24,00	80	1920	0,1	3,12	40,00%	768	0,26	2,496	2693,62		
Fio de cobre isolado PVC 750V 2,5mm²	m	1200	0,222	266,40	72	19180,8	0,1	34,63	25,00%	4795,2	0,26	17,316	24027,95		
Fio de cobre isolado PVC 750V 4mm²	m	250	0,356	89,00	72	6408	0,1	11,57	25,00%	1602	0,26	5,785	8027,36		
Caixa PVC 2x4	pç	46	0,12	5,52	80	441,6	0,1	0,72	40,00%	176,64	0,26	0,57408	619,53		
Tomada ou interruptor	pç	46	0,01	0,46	80	36,8	0,1	0,06	40,00%	14,72	0,26	0,04784	51,63		
Quadro de distribuição de embutir trifásico	pç	2	0,75	1,50	80	120	0,1	0,20	0,00%	0	0,26	0	120,20		
Disjuntor	pç	48	0,15	7,20	85	612	0,1	0,94	0,00%	0	0,26	0	612,94		
Coletor solar (placa) - 150x75cm	pç	25	20	500,00		0	0,1	65,00	0,00%	0	0,26	0	65,00		
					TOTAL kg	TOTAL EE mat MJ		TOTAL EE transporte MJ		TOTAL EE desperdício MJ		TOTAL EE transp. Desp. MJ		TOTAL EE inicial MJ	
					122.251,89	475.457,31		15.892,75		28.805,25		4.144,76		524.300,07	
Percentual de contribuição do item para o total de Energia Embutida/m² construção						90,68%		3,03%		5,49%		0,79%		100,00%	
ENERGIA EMBUTIDA (GJ / m²)						1,998		0,067		0,121		0,017		2,203	

ANEXO A - Planilhas de cálculo da fase pré-operacional do projeto padrão FNDE

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K			
DESCRIÇÃO: Parte edificação / materiais / equipamentos	und	qtd	kg/und	kg	EE M/Ag	EE mat M/	Taver es (2006) p. 133 e 134	EE transporte M/Ag	desperdiço%	EE dependido M/Ag	Taver es (2006) p. 133 e 134	EE transporte dependido M/Ag	EE dependido M/Ag
						B x C	B x E	D x G		B x G x I		D x F + H + J	
FUNDAÇÕES													
Leito de concreto magro (e=3,0 cm) - preparo mecânico	m²	0,60	2300	1.369,65	9,15	12532,2975	0,13	178,05	0,1	1253,2298	0,26	35,6109	13999,19265
Forma de madeira comum para Fundações - reaproveitamento 5X	m³	1,27	500	635,25	3,5	2223,389	0,13	82,58	0,15	333,50835	0,26	24,774906	2664,255276
Armção aço CA-50, Diam. 6,3 (1/4) a 12,5mm(1/2) -Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	kg	108,45	1	108,45	31	3361,95	0,13	14,10	0,1	336,195	0,26	2,8197	3715,0632
Armção de aço CA-60 Diam. 3,4 a 6,0mm-Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	kg	98,64	1	98,64	31	3057,84	0,13	12,82	0,1	305,784	0,26	2,56464	3379,01184
Concreto para Fundação 15x20MPa, incluindo preparo, lançamento, adensamento.	m³	7,01	2300	16.123,00	9,15	147525,45	0,13	2.095,99	0,1	14752,545	0,26	419,198	164793,183
CONCRETO ARMADO PARA FUNDAÇÕES - VIGAS BALDRAMES													
Forma de madeira comum para Fundações - reaproveitamento 5X	m³	2,07	500	1.033,78	3,5	3618,23	0,13	134,39	0,15	542,7345	0,26	40,31742	4335,67332
Armção aço CA-50, Diam. 6,3 (1/4) a 12,5mm(1/2) -Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	kg	193,36	1	193,36	31	5994,16	0,13	25,14	0,1	599,416	0,26	5,02736	6623,74016
	kg	80,45	1	80,45	31	2493,95	0,13	10,46	0,1	249,395	0,26	2,0917	2755,8952
	m³	4,35	2300	10.005,00	9,15	91545,75	0,13	1.300,65	0,1	9154,575	0,26	260,13	102261,105
SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNO E EXTERNO (PAREDES)													
Alvenaria de vedação de 1/2 vez em tijolo cerâmico de 08 furos (dimensões nominais: 19x19x09);	m²	290,68	61,3	17.802,93	2,9	51628,4825	0,13	2.314,38	0,15	7744,2724	0,26	694,31408	62381,4492
assentamento em argamassa no traço 1:2:8 (cimento, cal e areia)													
Cimento	kg	801,00	1	801,00	4,2	3364,2	0,13	104,13	0,1	336,42	0,26	20,826	3825,576
Cal	kg	766,80	1	766,80	0,1	76,68	0,13	99,68	0,1	76,68	0,26	19,9368	203,9688
Areia	m³	4,57	1525	6.969,25	0,6	4181,55	0,13	906,00	0,1	418,155	0,26	181,2005	5686,908
Enrouchamento (aperto de alvenaria) em tijolo cerâmico maciços 5x10x20cm 1 vez (esp. 20cm).	m²	9,45	252	2.381,40	2,9	6906,06	0,13	309,58	0,15	1035,909	0,26	92,8746	8344,4256
assentamento c/ argamassa traço 1:8 (cimento e areia)													
Cimento	kg	8,50	1	8,50	4,2	27,3	0,13	0,85	0,1	2,73	0,26	0,169	31,044
Areia	m³	0,03	1525	44,23	0,6	26,535	0,13	5,75	0,1	2,6535	0,26	1,14985	36,0876
Verga 10X10CM em concreto pré-moldado FCK=20MPA	m³	0,49	2300	1.128,15	2	2256,3	0,13	146,66	0,1	225,63	0,26	29,3319	2657,9214
ESQUADRIAS													
PORTAS DE MADEIRA													
Porta de abrir em madeira 0,80x2,10m - PM1 , incluindo aduela, alizar e dobradiça com anéis, conforme projeto de esquadrias	un	2,00	14	28,00	0,5	14	0,13	3,64	0	0	0,26	0	17,64
Porta de abrir em madeira 0,80x2,10m com Chapa metálica, Barra de Apoio PNE, PM2 , conforme projeto de esquadrias	un	2,00	14	28,00	0,5	14	0,13	3,64	0	0	0,26	0	17,64
Porta de abrir em madeira 0,80x2,10m com Chapa metálica h=50cm, visor de vidro 20x110cm, PM3 , conforme projeto de esquadrias	un	2,00	14	28,00	0,5	14	0,13	3,64	0	0	0,26	0	17,64
FERRAGENS E ACESSÓRIOS													
Fechadura de embutir completa, para portas externas	un	4,00	-	-	-	0	0,13	-	-	0	0,26	0	0
Fechadura de embutir completa, para portas de banheiro	un	2,00	-	-	-	0	0,13	-	-	0	0,26	0	0
PORTAS DE ALUMÍNIO													
Porta de abrir de 0,80x2,10m em chapa de alumínio com vidro e veneziana- PA1 , conforme projeto de esquadrias, inclusive ferragens	m³	0,37	2700	994,33	227	225712,683	0,13	129,26	0	0	0,26	0	225841,9458
JANELAS DE ALUMÍNIO													
Janela de Alumínio, basculante 100x40cm, JA-1 , conforme projeto de esquadrias, inclusive ferragens	m³	0,01	2700	16,89	227	3834,3024	0,13	2,20	0	0	0,26	0	3836,498256
Janela de Alumínio, basculante 220x110cm, JA-2 , conforme projeto de esquadrias, inclusive ferragens	m³	0,11	2700	301,10	227	68350,608	0,13	39,14	0	0	0,26	0	68389,75152
Janela de Alumínio, de correr 200x110cm, JA-3 , conforme projeto de esquadrias - Corrediça, inclusive ferragens	m³	0,01	2700	37,82	227	8585,5032	0,13	4,92	0	0	0,26	0	8590,420008
Janela de Alumínio, de correr 150X110cm, JA-4 , conforme projeto de esquadrias - Corrediça, inclusive ferragens	m³	0,02	2700	51,22	227	11627,9388	0,13	6,66	0	0	0,26	0	11634,597972
Janela de Alumínio, de correr 150X100cm, JA-5 , conforme projeto de esquadrias - Corrediça, inclusive ferragens	m³	0,01	2700	20,51	227	4655,34324	0,13	2,67	0	0	0,26	0	4658,009296
Tela de nylon de proteção fixada na esquadria	m²	2,20	-	-	-	0	0,13	-	-	0	0,26	0	0
VIDROS													
Vidro miniboreal incolor, espessura 6mm- fornecimento e instalação	kg	17,25	1	17,25	18,5	319,125	0,13	2,24	0	0	0,26	0	321,3675
Vidro liso comum incolor, espessura 6mm- fornecimento e instalação	kg	298,80	1	298,80	18,5	5527,8	0,13	38,84	0	0	0,26	0	5566,644
Espelho cristal esp. 4mm com moldura de madeira	kg	9,00	1	9,00	18,5	148	0,13	1,04	0	0	0,26	0	149,04
SISTEMAS DE COBERTURA													
Estrutura de Madeira aparelhada com tesoura vilo de 3,0 a 7,0 m para telha cerâmica	m²	277,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tesoura grande 6 x 12 (34,72 metro linear por tesoura)	kg	248,73	1	248,73	3,5	870,56928	0,13	32,34	0,15	130,58539	0,26	9,7006291	1043,190732
Tesoura pequena 6 x 12 (17,8 metro linear por tesoura)	kg	127,52	1	127,52	3,5	446,3172	0,13	16,58	0,15	66,94758	0,26	4,9732488	534,515248
Terra 6 x 12 (117,0 metros lineares)	kg	844,64	1	844,64	3,5	2956,2246	0,13	109,80	0,15	443,43369	0,26	32,940788	3542,401706
Calço 6 x 6 (553,6 metros lineares)	kg	2.866,80	1	2.866,80	3,5	4435,0832	0,13	164,66	0,15	664,96248	0,26	49,3977213	5312,1002691
Ripas 1,5 x 5 (717,4 metros lineares)	kg	535,36	1	535,36	3,5	1873,793125	0,13	69,60	0,15	281,06387	0,26	20,87903	2245,298792
Cobertura em telha cerâmica tipo romana	kg	10.673,28	1	10.673,28	5,4	57635,712	0,13	1.387,53	0,15	8645,3568	0,26	416,25792	68084,85312
Cumeleira com telha cerâmica emboçada com argamassa traço 1:2:8	kg	234,78	1	234,78	5,4	1267,812	0,13	30,52	0,15	190,1718	0,26	9,15642	1497,66162
FORRO													
Formo de PVC, com estrutura em aço, inclusive rodaforno	m²	174,36	1	174,36	80	13948,8	0,13	22,67	0,15	2092,32	0,26	6,80004	16070,58684
IMPERMEABILIZAÇÃO													
Impermeabilização com manta asfáltica em fundações, baldrames	m³	0,28	1215	341,21	50,2	17128,66419	0,13	44,36	0,05	856,43321	0,26	4,4357099	18033,89021
REVESTIMENTOS INTERNOS E EXTERNOS													
Chapisco em parede com argamassa traço - 1:3 (cimento / areia)	m²	620,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cimento	kg	917,00	1	917,00	4,2	3851,4	0,13	119,21	0,05	192,57	0,26	11,921	4175,101
Areia	m³	1,96	1525	2.966,13	0,6	1779,675	0,13	385,60	0,05	88,98375	0,26	38,559625	2292,814625
Chapisco em teto com argamassa traço - 1:3 (cimento / areia)	m²	136,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cimento	kg	199,50	1	199,50	4,2	837,9	0,13	25,94	0,05	41,895	0,26	2,5935	908,3235
Areia	m³	0,43	1525	652,70	0,6	391,62	0,13	84,85	0,05	19,581	0,26	4,8451	504,5371
Emboço de parede, com argamassa traço - 1:2:9 (cimento / cal / areia), espessura 1,5 cm	m²	620,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cimento	kg	1.520,00	1	1.520,00	4,2	6384	0,13	197,60	0,05	319,2	0,26	19,76	6920,56
Cal	kg	1.454,80	1	1.454,80	0,1	145,48	0,13	189,12	0,05	7,274	0,26	18,9124	360,7904
Areia	m³	9,77	1525	14.899,25	0,6	8939,55	0,13	1.936,90	0,05	446,9775	0,26	193,69025	11517,12025
Reboco de parede, com argamassa traço - 1:2:6 (cimento / cal / areia), espessura 1,5 cm	m²	324,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cimento	kg	1.192,00	1	1.192,00	4,2	5006,4	0,13	156,96	0,05	250,32	0,26	15,496	5427,176
Cal	kg	1.141,00	1	1.141,00	0,1	114,1	0,13	148,33	0,05	5,705	0,26	14,833	282,968
Areia	m³	5,10	1525	7.777,50	0,6	4666,5	0,13	1.011,08	0,05	233,325	0,26	101,1075	6012,0075
Reboco de teto, com argamassa traço - 1:2:9 (cimento / cal / areia), espessura 1,5 cm	m²	136,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cimento	kg	333,00	1	333,00	4,2	1398,6	0,13	49,29	0,05	69,93	0,26	4,329	1516,149
Cal	kg	319,00	1	319,00	0,1	31,9	0,13	41,47	0,05	1,595	0,26	4,147	79,112
Areia	m³	2,14	1525	3.263,50	0,6	1958,1	0,13	424,26	0,05	97,905	0,26	42,4255	2522,6855
Revestimento cerâmico de paredes PEI IV - cerâmica 30 x 40 cm aplicado com argamassa industrializada- incl. rejunte - conforme projeto	kg	1.457,92	1	1.457,92	25	36448,02083	0,13	189,53	0,05	1822,401	0,26	18,952971	38478,90455
Argamassa industrializada	kg	26.242,58	1	26.242,58	2,1	55109,4075	0,13	3.411,53	0,05	2755,4704	0,26	341,15348	61617,5661
Revestimento cerâmico de paredes PEI IV - cerâmica 10 x 10 cm aplicado com argamassa industrializada- incl. rejunte - conforme projeto	kg	930,38	1	930,38	25	23259,5	0,13	120,95	0,05	1162,975	0,26	12,09494	24555,51934
Argamassa industrializada	kg	16.746,84	1	16.746,84	2,1	35168,364	0,13	2.177,09	0,05	1758,4182	0,26	217,709	34814,44574
Roda meio em madeira (largura=10cm)	m³	0,18	995	174,87	3,5	612,049375	0,13	22,73	0,15	91,807406	0,26	6,8199788	733,4100225
SISTEMAS DE PISOS INTERNOS E EXTERNOS (PAVIMENTAÇÃO)													
Camada impermeabilizadora e=30cm	m²	11,01	1215	13.378,67	342,1	4564935,564	0,13	1.739,23	0,1	456493,56	0,26	347,84539	5023516,193
Camada regularizadora e=30cm	m²	191,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piso cerâmico esmaltado PEI V - 40 x 40 cm aplicado com argamassa industrializada - incl. rejunte - conforme projeto	kg	1.615,78	1	1.615,78	5	8078,90625	0,13	210,05	0,1	807,89063	0,26	42,010313	9138,85875
Argamassa industrializada	kg	3.447,00	1	3.447,00	2,1	7238,7	0,13	448,11	0,1	723,87	0,26	89,622	8500,302
Piso podotátil interno em borracha 30x30cm, assentamento com cola vinil (fornecimento e assentamento)	kg	31,68	1	31,68	135	4276,8	0,13	4,12	0,1	427,68	0,26	0,82368	4709,42208
Piso tátil de alerta/direcional em placas pré-moldadas - 5MPa	m²	3,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solera em granito cinza andorinha, L=15cm, E=2cm	m³	0,02	2780	52,71	2	105,4176	0,13	6					

Caixa d'água em fibra de vidro capacidade 4000L	kg	90,00	1	90,00	24	2160	0,13	11,70	0	0	0,26	0	2171,7	
Tomara de bola, diâmetro 25mm	un	1,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
Joelho PCV soldavel 90º água fria 20mm	kg	0,21	1	0,21	80	16,8	0,13	0,03	0	0	0,26	0	16,8273	
Joelho PCV soldavel 45º água fria 25mm	kg	0,06	1	0,06	80	4,8	0,13	0,01	0	0	0,26	0	4,8078	
Joelho PCV soldavel 90º água fria 25mm	kg	1,92	1	1,92	80	153,6	0,13	0,25	0	0	0,26	0	153,8496	
Joelho PCV soldavel 90º água fria 40mm	kg	0,46	1	0,46	80	36,48	0,13	0,06	0	0	0,26	0	36,53928	
Te PCV soldavel água fria 20mm	kg	0,04	1	0,04	80	3,36	0,13	0,01	0	0	0,26	0	3,36546	
Te PCV soldavel água fria 25mm	kg	0,16	1	0,16	80	12,4	0,13	0,02	0	0	0,26	0	12,42015	
Te PCV soldavel água fria 40mm	kg	0,47	1	0,47	80	37,6	0,13	0,06	0	0	0,26	0	37,6611	
INSTALAÇÃO SANITÁRIA														
Caixa Sifonada 100x100x50mm	kg	0,21	1	0,21	80	16,64	0,13	0,03	0	0	0,26	0	16,66704	
Raio Seco PVC 100x100mm	kg	0,06	1	0,06	80	4,96	0,13	0,01	0	0	0,26	0	4,96806	
Terminal de Ventilação Série Normal 50mm	kg	0,12	1	0,12	80	9,6	0,13	0,02	0	0	0,26	0	9,6156	
Tubo de PVC Série Normal 100mm, fornec. e instalação, inclusive conexões	m	5,30	0,85	4,25	80	340	0,13	0,55	0	0	0,26	0	340,5525	
Tubo de PVC Série Normal 40mm, fornec. e instalação, inclusive conexões	m	20,00	0,67	13,33	80	1066,666667	0,13	1,73	0	0	0,26	0	1068,4	
Tubo de PVC Série Normal 50mm, fornec. e instalação, inclusive conexões	m	5,00	0,39	1,95	80	156	0,13	0,25	0	0	0,26	0	156,2535	
Joelho PCV 45º esgoto 40 mm	kg	0,08	1	0,08	80	6,4	0,13	0,01	0	0	0,26	0	6,4104	
Joelho PCV 90º esgoto 40 mm	kg	0,36	1	0,36	80	28,8	0,13	0,05	0	0	0,26	0	28,8468	
Te PCV esgoto 40 mm	kg	0,12	1	0,12	80	9,6	0,13	0,02	0	0	0,26	0	9,6156	
Joelho PCV 90º esgoto 100 mm	kg	0,18	1	0,18	80	14,4	0,13	0,02	0	0	0,26	0	14,4234	
Joelho PCV 90º esgoto 100 mm	kg	0,09	1	0,09	80	7,2	0,13	0,01	0	0	0,26	0	7,2117	
Jungão PVC esgoto 100 x 100 mm	kg	1,35	1	1,35	80	108	0,13	0,18	0	0	0,26	0	108,1755	
Caixa de inspeção em alvenaria de tijolo medindo 900x900x600mm, com tampão em ferro fundido	m2	2,16	61,3	132,30	2,9	383,67	0,13	17,20	0,15	57,5505	0,26	5,1597	463,5792	
Caixa de gordura sifonada, em alvenaria de tijolo, medindo 900x900x1200mm, com tampão em ferro fundido	m2	4,32	61,3	264,60	2,9	767,34	0,13	34,40	0,15	115,101	0,26	10,3194	927,1584	
Burndouro em alvenaria 3,00 x 3,00 x 4,50 m	m2	108,00	61,3	6.615,00	2,9	19183,5	0,13	859,95	0,15	2877,525	0,26	257,985	23178,96	
Fossa séptica (dimensões internas 3,00x1,70x1,50m)	un	1,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
LOUÇAS E METAIS														
Bacia Sanitária Vogue Plus, Linha Conforto com abertura, cor Branco Gelo, código: P.51, DECA, ou equivalente p/ de descarga, com acessórios, bacia de borraicha para ligação, tubo pvc ligado - fornecimento e instalação	un	2,00	19,5	39,00	25	975	0,13	5,07	0	0	0,26	0	980,07	
Assento Polister com abertura frontal Vogue Plus, Linha Conforto, cor Branco Gelo, código AP.52, DECA, ou equivalente	un	2,00	0,29	0,58	95	55,1	0,13	0,08	0	0	0,26	0	55,1254	
Quilha Higienica com registro e derivação tpy, código 1984.C37, ACT CR, DECA, ou equivalente	un	2,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
Válvula de descarga: Base Hydra Max, código 4550.40 e acabamento Hydra Max, código 4900.C MAX 1 1/2", acabamento cromado, DECA ou equivalente	un	2,00	1,22	2,45	71,6	175,2768	0,13	0,32	0	0	0,26	0	175,59904	
Lavatório Pequeno Ravenalty cor Branco Gelo, código: L.915, DECA, ou equivalente, sem coluna,(válvula, sifão e engate flexível pronação), exaoto Torneira	un	2,00	6,3	12,60	25	315	0,13	1,64	0	0	0,26	0	316,638	
Torneira para lavatório de mesa bica baixa tzy, código 1193.C37, Decca ou equivalente	un	2,00	0,9	1,80	71,6	128,5936	0,13	0,23	0	0	0,26	0	128,82708	
Papeleira Metálica Linha tzy, código 2020.C37, DECA ou equivalente	un	2,00	0,34	0,69	71,6	49,2608	0,13	0,09	0	0	0,26	0	49,35024	
Barra de apoio, Linha conforto, código 2305.C, cor cromado, DECA ou equivalente	un	4,00	2,07	8,28	71,6	592,848	0,13	1,08	0	0	0,26	0	593,9244	
Barra de apoio para lavatório "u", Linha conforto, aço polido, DECA, ou equivalente	un	2,00	1,69	3,38	71,6	242,008	0,13	0,44	0	0	0,26	0	242,4674	
Dispenser Toalha Linha Excelente, código 7007, Melhoramentos ou equivalente	un	2,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
Submeteira Linha Excelente, código 7009, Melhoramentos ou equivalente	un	2,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
Tanque Grande (40 L) cor Branco Gelo, código TQ.03, DECA, ou equivalente	un	1,00	29,9	29,90	25	747,5	0,13	3,89	0	0	0,26	0	751,387	
Torneira de parede de uso geral com arçador tzy, código 1155.C37, DECA, ou equivalente para jardim ou tanque, padrão alto	un	1,00	0,8	0,80	71,6	57,5664	0,13	0,10	0	0	0,26	0	57,67092	
Cuba Inox Embutir 40x417cm, cuba 3, bacia aço inoxidável, com válvula, FRANKE, ou equivalente, com sifão em metal cromado 1,1/2", 1/2", válvula em metal cromado tipo americana 3,1/2"x1,1/2" para pia - fornecimento e instalação	un	1,00	1,8	1,80	71,6	128,88	0,13	0,23	0	0	0,26	0	129,114	
Torneira para cozinha de mesa bica móvel tzy, código 1167.C37, DECA, ou equivalente	un	1,00	1,28	1,28	71,6	91,3616	0,13	0,17	0	0	0,26	0	91,52748	
Torneira de parede de uso geral com bico para mangueira tzy, código 1153.C37, DECA, ou equivalente	un	2,00	0,51	1,03	71,6	73,4616	0,13	0,13	0	0	0,26	0	73,59498	
INSTALAÇÃO DE GÁS COMBUSTÍVEL														
Botijão P45	un	2,00	45	90,00	30	2700	0,13	11,70	0	0	0,26	0	2711,7	
Tubo de Aço Galvanizado Ø 3/4", inclusive conexões	m	5,50	1,47	8,09	33,8	273,273	0,13	1,05	0	0	0,26	0	274,32405	
Cotoveiro de Ferro galvanizado Ø 3/4"	un	1,00	0,14	0,14	32,8	4,5264	0,13	0,02	0	0	0,26	0	4,54434	
Fita anticorrosiva	m	5,50	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
Válvula esfera Ø 3/4" NPT 300	un	4,00	0,7	2,80	71,6	200,1936	0,13	0,36	0	0	0,26	0	200,55708	
Registro 1º Estágio c/ manômetro	un	1,00	0,5	0,50	32,8	16,4	0,13	0,07	0	0	0,26	0	16,465	
Registro 2º Estágio c/ manômetro	un	2,00	0,5	1,00	32,8	32,8	0,13	0,13	0	0	0,26	0	32,93	
Registro do Regulador	un	2,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
Manômetro NPT 1/4, 0 a 300 Psi	un	1,00	1	1,00	80	80	0,13	0,13	0	0	0,26	0	80,13	
Placa de sinalização em pvc cod 1 - (600x300) Proibido fumar	m2	0,000300	1450	0,44	80	34,8	0,13	0,06	0	0	0,26	0	34,85655	
Placa de sinalização em pvc cod 1 - (600x300) Perigo Inflamável	m2	0,000300	1450	0,44	80	34,8	0,13	0,06	0	0	0,26	0	34,85655	
SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO														
Extintor PQS - 6KG	un	2,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
Luminária de emergência de 31 Led's autonomia mínima de 1 hora	un	5,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
Marcação no Piso - 1 x 1m para extintor	m2	1,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
Placa de sinalização em pvc cod 12 - (318x158) Saída de emergência	m2	0,00020	1450	0,29	80	23,146592	0,13	0,04	0	0	0,26	0	23,2042971	
Placa de sinalização em pvc cod 17 - (318x158) Mensagem "Saída"	m2	0,00040	1450	0,58	80	46,333384	0,13	0,08	0	0	0,26	0	46,40847542	
Placa de sinalização em pvc cod 23 - (300x300) Extintor de Incêndio	m2	0,00036	1450	0,52	80	41,76	0,13	0,07	0	0	0,26	0	41,82786	
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS 110V														
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO														
Quadro de distribuição de embutir, sem barramento, para até 12 disjuntores padrão europeu (linha branca), exclusive disjuntores	kg	1,25	1	1,25	80	99,92	0,13	0,16	0	0	0,26	0	100,08237	
Disjuntor termomagnético monopolar 10 A, padrão DIN (linha branca)	kg	0,04	1	0,04	80	3,2	0,13	0,01	0	0	0,26	0	3,2052	
Disjuntor termomagnético monopolar 16 A, padrão DIN (linha branca)	kg	0,04	1	0,04	80	3,2	0,13	0,01	0	0	0,26	0	3,2052	
Disjuntor termomagnético monopolar 25 A, padrão DIN (linha branca)	kg	0,04	1	0,04	80	3,2	0,13	0,01	0	0	0,26	0	3,2052	
Disjuntor termomagnético monopolar 50 A, padrão DIN (linha branca)	kg	0,02	1	0,02	80	1,6	0,13	0,00	0	0	0,26	0	1,6026	
Dispositivo residual diferencial 64A	un	1,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
ELETRODUTOS E ACESSÓRIOS														
Eletroduto PVC flexível corrugado reforçado, Ø25mm (DN 3/4"), inclusive curvas	kg	3,57	1	3,57	80	285,6	0,13	0,46	10	2856	0,26	9,282	3151,3461	
Eletroduto PVC flexível corrugado reforçado, Ø32mm (DN 1"), inclusive curvas	kg	2,50	1	2,50	80	200	0,13	0,33	10	2000	0,26	6,5	2208,825	
Caixa de passagem 30x30cm em alvenaria com tampa de ferro fundido tipo leve	un	2,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
Caixa de passagem 60x60cm em alvenaria com tampa de ferro fundido tipo leve	un	1,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
Caixa de passagem 4x4" para interruptor e tomada	kg	0,13	1	0,13	80	10,72	0,13	0,02	0	0	0,26	0	10,73742	
Caixa de passagem de ferro esmaltado octogonal 4x4"	un	19,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
Haste Copperweld 5/8" x 3,0m com conector	m	3	0,00144	8800	12,71	75	953,516421	0,13	1,65	0	0	0,26	0	955,1691828
CABOS E FIOS (CONDUTORES)														
Condutor de cobre unipolar, isolamento em PVC/70°C, camada de proteção em PVC, não propagador de chamas, classe de tensão 750V, encondramento classe 5, flexível, com as seguintes seções nominais:														
#1,5 mm²	kg	1,29	1	1,29	75	97,0125	0,13	0,17	0,1	9,70125	0,26	0,033631	106,915536	
#2,5 mm²	kg	2,16	1	2,16	75	162,225	0,13	0,28	0,1	16,2225	0,26	0,056238	178,784928	
#4 mm²	kg	1,82	1	1,82	75	136,2	0,13	0,24	0,1	13,62	0,26	0,047216	150,103296	
ILUMINAÇÃO E TOMADAS														
Tomada universal, circular, 2P+T, 10A/250V, completa	kg	0,31	1	0,31	80	24,64	0,13	0,04	0	0	0,26	0	24,88004	
Tomada universal, circular, 2P+T, 20A/250V, cor branca, completa	kg	0,09	1	0,09	80	7,04	0,13	0,01	0	0	0,26	0	7,05144	
Tomada dupla de embutir, 2P+T, 10A/250V, completa	kg	0,15	1	0,15	80	12	0,13	0,02	0	0	0,26	0	12,0195	
Interruptor simples 10 A, completa	kg	0,33	1	0,33	80	26,4	0,13	0,04	0	0	0,26	0	26,4429	
Interruptor três seções 10A por seção, completa	kg	0,22	1	0,22	80	17,6	0,13	0,03	0	0	0,26	0	17,6286	
Interruptor paralelo 10 A, completa	kg	0,04	1	0,04	80	3,04	0,13	0,00	0	0	0,26	0	3,04694	
Luminárias 2x32W completa	un	16,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
Luminárias 2x16 W completa	un	2,00	-	-	-	0	0,13	-	-	-	0,26	0	0	
Tomada para telefone	kg	0,11	1	0,11	80	8,8	0,13							

ANEXO B - Configurações do Energy Plus para obtenção da energia operacional

1 Simulation Control

IDF Editor - [C:\Users\Beni\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PAD

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] Timestep
- [0001] Site:Location
- [0002] SizingPeriod:DesignDay
- [0001] RunPeriod
- [0011] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0065] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] Shading:Building:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights
- [0004] ElectricEquipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVAC:template:Thermostat
- [0003] HVAC:template:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] Output:Control:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

É mostrado nesse objeto "Simulation Control" a partir de que dados as simulações serão executadas. Para a pesquisa utilizou o arquivo de tempo (weather file) de Curitiba.

Field	Units	Obj1
Do Zone Sizing Calculation		No
Do System Sizing Calculation		No
Do Plant Sizing Calculation		No
Run Simulation for Sizing Periods		No
Run Simulation for Weather File Run Periods		Yes
Do HVAC Sizing Simulation for Sizing Periods		
Maximum Number of HVAC Sizing Simulation Passes		

2 Building

IDF Editor - [C:\Users\Beni\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PADR

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] Timestep
- [0001] Site:Location
- [0002] SizingPeriod:DesignDay
- [0001] RunPeriod
- [0011] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0065] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] Shading:Building:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights
- [0004] Electric:Equipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVAC:Template:Thermostat
- [0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] OutputControl:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Field Description:
ID: A1
Enter a alphanumeric value
This field is required.

Descrição do objeto:

Descreve parâmetros que são usados durante a simulação do edifício. Há correlações necessárias entre as entradas para este objeto e algumas entradas dos objetos do Site:WeatherStation e o Site:HeightVariation, especialmente no campo do terreno.

Field	Units	Obj1
Name		FNDE
North Axis	deg	180
Terrain		Country
Loads Convergence Tolerance Value		0,04
Temperature Convergence Tolerance Value	deltaC	0,4
Solar Distribution		FullInteriorAndExteri
Maximum Number of Warmup Days		25
Minimum Number of Warmup Days		

energy+.idd EnergyPlus 8.3.0 FNDE

3 Heat Balance Algorithm

EnergyPlus Editor - [C:\Users\Beni\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PAI

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm**
- [0001] Timestep
- [0001] Site:Location
- [0002] SizingPeriod:DesignDay
- [0001] RunPeriod
- [0001] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0065] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] Shading:Building:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights
- [0004] ElectricEquipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVAC:Template:Thermostat
- [0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] Output:Control:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Field Description:
ID: A1
Select from list of choices
This field is required.

Descrição do objeto:

Determina qual algoritmo de equilíbrio térmico será utilizado, como por exemplo:

CTF (Funções de Transferência de Condução);
EMPD (Profundidade efetiva de penetração de umidade com funções de transferência de condução);

Field	Units	Obj1
Algorithm		ConductionTransfer
Surface Temperature Upper Limit	C	200
Minimum Surface Convection Heat Transfer Coefficient	W/m2-K	0.1
Maximum Surface Convection Heat Transfer Coefficient	W/m2-K	1000

energy+.idd | EnergyPlus 8.3.0 | ConductionTransferFunction

4 Timestep

EnergyPlus IDF Editor - [C:\Users\Beni\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PAI

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] Timestep
- [0001] Site:Location
- [0002] SizingPeriod:DesignDay
- [0001] RunPeriod
- [0001] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0065] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] Shading:Building:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights
- [0004] ElectricEquipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVAC:Template:Thermostat
- [0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] Output:Control:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

Especifica o intervalo de tempo "básico" para a simulação. O valor inserido aqui também é conhecido como Zone Timestep. Isto é usado no cálculo do Modelo de Balanço de Calor de Zona como o intervalo de condução para transferência de calor e cálculos de carga. O valor mínimo de 20 é sugerido pela configuração do programa.

Field	Units	Obj1
Number of Timesteps per Hour		20

energy+.idd EnergyPlus 8.3.0 20

5 Site Location

idf Editor - [C:\Users\Beni\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PAI

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] Timestep
- [0001] Site:Location**
- [0002] SizingPeriod:DesignDay
- [0001] RunPeriod
- [0011] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0065] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] Shading:Building:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights
- [0004] ElectricEquipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVAC:Template:Thermostat
- [0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] OutputControl:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

É especificado a localização do edifício. Somente um local é permitido. Se existir a localização estabelecida no arquivo de tempo (weather file), irá substituir este objeto.

Field	Units	Obj1
Name		CURITIBA/AFONSO_PEN_BRA Design_Conditions
Latitude	deg	-25,52
Longitude	deg	-49,17
Time Zone	hr	-3
Elevation	m	908

energy+.idd EnergyPlus 8.3.0 CURITIBA/AFONSO_PEN_BRA Design_Conditions

6 Sizing Period Design Day

IDF Editor - [C:\Users\Beni\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PAI

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] Timestep
- [0001] Site:Location
- [0002] SizingPeriod:DesignDay**
- [0001] RunPeriod
- [0011] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0065] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] Shading:Building:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights
- [0004] ElectricEquipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVAC:Template:Thermostat
- [0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] Output:Control:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

O objeto design day cria os parâmetros para o programa para criar o perfil de 24 horas do tempo que pode ser usado para dimensionamento, bem como execução para testar os outros parâmetros de simulação. Os parâmetros nesta incluem uma data, um tipo do dia, temperaturas mínimas / máximas, velocidades do vento, e valores da radiação solar.

Field	Units	Obj1	Obj2
Name		DDY VERA0	DDY INVERNO
Month		2	7
Day of Month		21	21
Day Type		SummerDesignDay	WinterDesignDay
Maximum Dry-Bulb Temperature	C	30.9	2.7
Daily Dry-Bulb Temperature Range	deltaC	9.2	0
Dry-Bulb Temperature Range Modifier Type		DefaultMultipliers	DefaultMultipliers
Dry-Bulb Temperature Range Modifier Day Schedule N.			
Humidity Condition Type		Wetbulb	Wetbulb
Wetbulb or DewPoint at Maximum Dry-Bulb	C	20.4	2.7
Humidity Condition Day Schedule Name			
Humidity Ratio at Maximum Dry-Bulb	kgWater/kgDryA		
Enthalpy at Maximum Dry-Bulb	J/kg		
Daily Wet-Bulb Temperature Range	deltaC		
Barometric Pressure	Pa	90882	90882
Wind Speed	m/s	4.5	1.4
Wind Direction	deg	300	130
Rain Indicator		No	No
Snow Indicator		No	No
Daylight Saving Time Indicator		No	No
Solar Model Indicator		ASHRAETau	ASHRAEClearSky
Beam Solar Day Schedule Name			
Diffuse Solar Day Schedule Name			
ASHRAE Clear Sky Optical Depth for Beam Irradiance (dimensionless		0.369	
ASHRAE Clear Sky Optical Depth for Diffuse Irradiance (dimensionless		2.484	
Sky Clearness			0

energy+.idd EnergyPlus 8.3.0 DDY VERA0

7 Run Period

IDF Editor - [C:\Users\Beni\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PAI

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] Timestep
- [0001] Site:Location
- [0002] SizingPeriod:DesignDay
- [0001] RunPeriod**
- [0011] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0065] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] Shading:Building:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights
- [0004] ElectricEquipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVAC:Template:Thermostat
- [0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] OutputControl:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

Especifica-se um intervalo de datas e outros parâmetros para uma simulação de arquivo de tempo. Múltiplos períodos de execução podem ser inseridos, mas eles não podem se sobrepor.

Field	Units	Obj1
Name		JAN
Begin Month		1
Begin Day of Month		1
End Month		12
End Day of Month		31
Day of Week for Start Day		UseWeatherFile
Use Weather File Holidays and Special Days		Yes
Use Weather File Daylight Saving Period		Yes
Apply Week-end Holiday Rule		No
Use Weather File Rain Indicators		Yes
Use Weather File Snow Indicators		Yes
Number of Times Runperiod to be Repeated		1
Increment Day of Week on repeat		Yes
Start Year		

energy+.idd EnergyPlus 8.3.0 JAN

IDF Editor - (C:\Users\Ben\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PADRAO CORRIGIDO.I)

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj Comments from IDF

Class List

- [00001] Version
- [00001] SimulationControl
- [00001] Building
- [00001] HeatBalanceAlgorithm
- [00001] TimesStep
- [00001] AirLocation
- [00001] SurfaceMaterial
- [00001] RunPeriod
- [00001] RunPeriodControlSpecialDays
- [00001] RunPeriodControlDaylightSavingTime
- [00001] ScheduleTypeLimits
- [00001] ScheduleCompact
- [00001] Material
- [00001] MaterialAirGap
- [00001] WindowMaterialGlazing
- [00001] WindowMaterialGas
- [00001] Construction
- [00001] GlobalGeometryRules
- [00001] Zone
- [00001] BuildingsSurfacesDetailed
- [00001] BuildingsSurfacesDetailed
- [00001] ShadingBuildingDetailed
- [00001] People
- [00001] Lights
- [00001] ElectricEquipment
- [00001] ZoneInfiltrationDesignFlowRate
- [00001] HVACTemplateThermostat
- [00001] HVACTemplateZonesIdealLoadsAirSystem
- [00001] OutputVariableDictionary
- [00001] OutputConstructions
- [00001] OutputControlTableStyle
- [00001] OutputVariable
- [00001] OutputDiagnostics

Description of the object:
 Este objeto configura os feriados para serem usados durante períodos de tempo de execução de arquivo. Dependendo do valor no período de execução, dias do arquivo de tempo (weather file) também poderão ser usados. No entanto, a especificação dos dias do arquivo de tempo terá precedência sobre qualquer especificação mostrada aqui.

Explanation of Object and Current Field

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7	Obj8	Obj9	Obj10	Obj11
Name		New Year	Carnaval	Pascoa	Treidentos	Dia do Trabalho	Corpus Christi	Independencia	Nossa Senhora	Fimados	Republica	Natal
Start Date		1/1	2/16	4/2	4/21	5/1	5/3	9/7	10/12	11/2	11/15	12/25
Duration	days	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Special Day Type		Holiday	Holiday	Holiday	Holiday	Holiday	Holiday	Holiday	Holiday	Holiday	Holiday	Holiday

9 Schedule

\\CAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PADRAO CORRIGIDO.1]

[illegible]

10 Material: Módulo educational temporário

idf Editor - [C:\Users\Beni\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidades de análise 2\ENERGY PLUS MADEIRA ESTUDOS\Novo projeto 2017\

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] Timestep
- [0001] Site:Location
- [0002] SizingPeriod:DesignDay
- [0001] RunPeriod
- [0001] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0008] ScheduleTypeLimits
- [0010] Schedule:Compact
- [0005] Material**
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0010] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0005] Zone
- [0030] BuildingSurface:Detailed
- [0043] FenestrationSurface:Detailed
- [0068] Shading:Building:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights
- [0004] ElectricEquipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0003] ZoneControl:Thermostat
- [0001] ThermostatSetpoint:DualSetpoint
- [0003] ZoneHVAC:IdealLoadsAirSystem
- [0003] ZoneHVAC:EquipmentList
- [0003] ZoneHVAC:EquipmentConnections
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] OutputControl:Table:Style
- [0006] Output:Variable

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

Materiais regulares descritos com conjunto completo de propriedades térmicas.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5
Name		MADEIRA 3cm	LAMINA TELHA SA	EUCALIPTO	TELHADO VERDE	TERRA
Roughness		Smooth	Smooth	Smooth	MediumRough	Rough
Thickness	m	0.03	0.00065	0.0125	0.1	0.25
Conductivity	W/m-K	0.15	52.9	0.15	0.218	1
Density	kg/m3	500	7860	500	1600	1600
Specific Heat	J/kg-K	1340	486	1340	1000	1300
Thermal Absorptance		0.9	0.9	0.9	0.9	0.1
Solar Absorptance		0.7	0.3	0.5	0.7	0.7
Visible Absorptance		0.7	0.3	0.5	0.7	0.7

energy+.idd EnergyPlus 8.3.0 MADEIRA 3cm

11 Material: projeto padrão FNDE

energy+idd | EnergyPlus 8.3.0 | ARMAMASSA 20mm

FileEditViewJumpWindowHelp

New ObjDup ObjDel ObjCopy ObjPaste Obj

Class List

[0001] Version

[0001] SimulationControl

[0001] Building

[0001] HeatBalanceAlgorithm

[0001] Timestep

[0001] SiteLocation

[0002] SizingPeriod:DesignDay

[0001] RunPeriod

[0011] RunPeriodControl:SpecialDays

[0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime

[0007] ScheduleTypeLimits

[0007] ScheduleCompact

[0014] Material

[0002] Material:AirGap

[0001] WindowMaterial:Glazing

[0001] WindowMaterial:Gas

[0014] Construction

[0001] GlobalGeometryRules

[0008] Zone

[0065] BuildingSurface:Detailed

[0020] FenestrationSurface:Detailed

[0016] Shading:Building:Detailed

[0004] People

[0004] Lights

[0004] ElectricEquipment

[0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate

[0001] HVAC:Template:Thermostat

[0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem

[0001] Output:VariableDictionary

[0001] Output:Constructions

[0001] Output:ControlTable:Style

[0006] Output:Variable

[0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

Materiais regulares descritos com conjunto completo de proriiedades térmicas.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj13
Name		ARMAMASSA 20mm	CERAMICA 1cm	CONCRETO LAJE	MADEIRA 3cm	TIVOL 8 FURDS 1	TELHA DE BARRO
Roughness		MediumSmooth	Smooth	MediumRough	Smooth	MediumRough	MediumSmooth
Thickness	m	0.02	0.01	0.15	0.03	0.033	0.01
Conductivity	W/m-K	1.15	0.9	1.75	0.15	0.9	1.05
Density	kg/m3	2000	1600	2200	500	1103	2000
Specific Heat	J/kg-K	1000	920	1000	1340	920	920
Thermal Absorptance		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Solar Absorptance		0.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Visible Absorptance		0.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

128

12 Material Air Gap

IDF Editor - [C:\Users\Beni\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PAI

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] Timestep
- [0001] Site:Location
- [0002] SizingPeriod:DesignDay
- [0001] RunPeriod
- [0011] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] MaterialAirGap**
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0065] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] Shading:Building:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights
- [0004] ElectricEquipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVAC:Template:Thermostat
- [0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] Output:Control:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

Espaço de ar em construção opaca.

Field	Units	Obj1	Obj2
Name		CAMARA DE AR 2 A 5cm	CA MAIS 5cm
Thermal Resistance	m2-K/W	0,16	0,21

energy+.idd EnergyPlus 8.3.0 m2-K/W 0,21

13 Window Material Glazing

IDF Editor - [C:\Users\Beni\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PAI

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] Timestep
- [0001] Site:Location
- [0002] SizingPeriod:DesignDay
- [0001] RunPeriod
- [0011] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing**
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0065] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] Shading:Building:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights
- [0004] ElectricEquipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVAC:Template:Thermostat
- [0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] Output:Control:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

Propriedades do material de vidro que está sendo utilizado em janelas e portas de vidro.

Método de entrada de valores de transmitância e reflectância.

Field	Units	Obj1
Name		VIDRO 6mm
Optical Data Type		SpectralAverage
Window Glass Spectral Data Set Name		
Thickness	m	0.006
Solar Transmittance at Normal Incidence		0.837
Front Side Solar Reflectance at Normal Incidence		0.075
Back Side Solar Reflectance at Normal Incidence		0
Visible Transmittance at Normal Incidence		0.898
Front Side Visible Reflectance at Normal Incidence		0.081
Back Side Visible Reflectance at Normal Incidence		0
Infrared Transmittance at Normal Incidence		0
Front Side Infrared Hemispherical Emissivity		0.84
Back Side Infrared Hemispherical Emissivity		0.84
Conductivity	W/m-K	0.9
Dirt Correction Factor for Solar and Visible Transmittanc		1
Solar Diffusing		No
Young's modulus	Pa	
Poisson's ratio		

energy+.idd EnergyPlus 8.3.0 VIDRO 6mm

14 Window Material Gas

IDF Editor - [C:\Users\Beni\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PAI

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] Timestep
- [0001] Site:Location
- [0002] SizingPeriod:DesignDay
- [0001] RunPeriod
- [0011] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas**
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0065] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] Shading:Building:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights
- [0004] ElectricEquipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVAC:Template:Thermostat
- [0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] Output:Control:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

Propriedades do material de gás que está sendo utilizado em janelas e portas de vidro.

Field	Units	Obj1
Name		Air 13mm
Gas Type		Air
Thickness	m	0.0127
Conductivity Coefficient A	W/m-K	
Conductivity Coefficient B	W/m-K2	
Conductivity Coefficient C	W/m-K3	
Viscosity Coefficient A	kg/m-s	
Viscosity Coefficient B	kg/m-s-K	
Viscosity Coefficient C	kg/m-s-K2	
Specific Heat Coefficient A	J/kg-K	
Specific Heat Coefficient B	J/kg-K2	
Specific Heat Coefficient C	J/kg-K3	
Molecular Weight	g/mol	
Specific Heat Ratio		

energy+.idd EnergyPlus 8.3.0 Air 13mm

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Comments from IDF

Class List

- [00001] Version
- [00001] SimulationControl
- [00001] Building
- [00001] HeatBalanceAlgorithm
- [00001] Timestep
- [00001] SiteLocation
- [00002] SizingPeriodDesignDay
- [00001] RunPeriod
- [00011] RunPeriodControl:SpecialDays
- [00001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [00008] ScheduleTypeLimits
- [00010] Schedule:Compact
- [00020] Material
- [00002] Material:AirGap
- [00001] WindowMaterial:Glazing
- [00001] WindowMaterial:Gas
- [00001] Construction
- [00001] GlobalGeometryRules
- [00005] Zone
- [00030] BuildingSurface:Detailed
- [00043] FenestrationSurface:Detailed
- [00068] ShadingBuilding:Detailed
- [00004] People
- [00004] Lights
- [00004] ElectricEquipment
- [00004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [00003] ZoneControl:Thermostat
- [00001] ThermostatSetpoint:DualSetpoint
- [00003] ZoneHVAC:IdealLoadsAirSystem
- [00003] ZoneHVAC:EquipmentList
- [00003] ZoneHVAC:EquipmentConnections
- [00001] Output:VariableDictionary
- [00001] Output:Constructions
- [00001] OutputControl:Table:Style
- [00006] Output:Variable

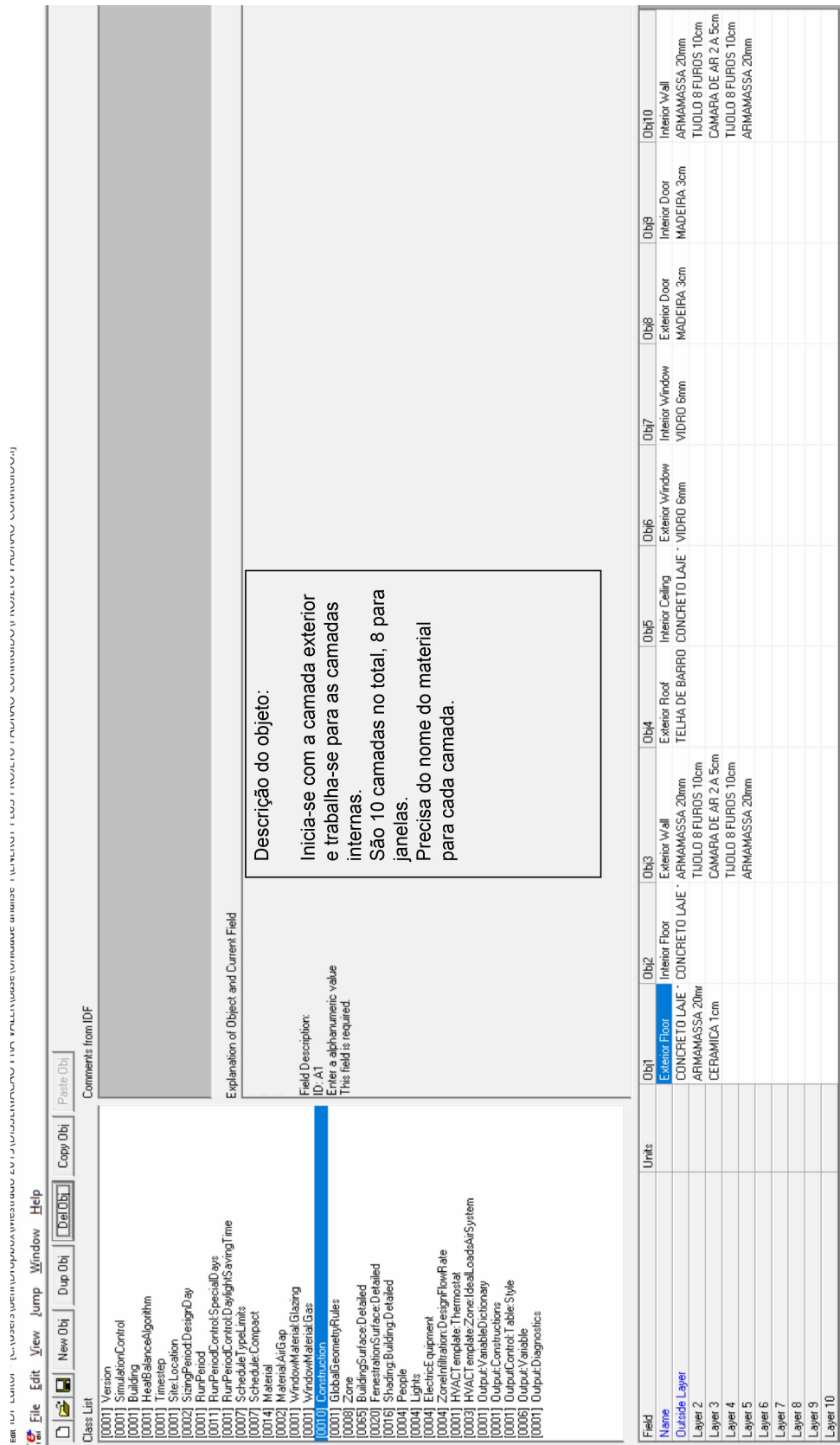
Explanation of Object and Current Field

Field Description:
ID: A7
Select from list of objects

Descrição do objeto:
Inicia-se com a camada exterior e trabalha-se para as camadas internas.
São 10 camadas no total, 8 para janelas.
Precisa do nome do material para cada camada.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj6	Obj7	Obj8	Obj9	Obj10
Outside Layer		Exterior Floor EUCALPTO	Interior Floor EUCALPTO	Exterior Wall EUCALPTO	Exterior Roof TELHADO VERDE	Exterior Window VIDRO 6mm	Interior Window VIDRO 6mm	Exterior Door MADEIRA 3cm	Interior Door MADEIRA 3cm	Interior Wall EUCALPTO
Layer 2		CA MAIS 5cm EUCALPTO	CA MAIS 5cm EUCALPTO	CA MAIS 5cm EUCALPTO	TERRA LAMINA TELHA SA VIDRO 6mm	Air 13mm				CA MAIS 5cm EUCALPTO
Layer 3										
Layer 4										
Layer 5										
Layer 6										
Layer 7										
Layer 8										
Layer 9										
Layer 10										

16 Construction: Projeto padrão FNDE



17 People

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] Timestep
- [0001] SiteLocation
- [0002] SizingPeriodDesignDay
- [0001] RunPeriod
- [0011] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0065] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] Shading:Building:Detailed
- [0004] Recalls**
- [0004] Lights
- [0004] ElectricEquipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVAC:Template:Thermostat
- [0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] Output:Control:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

Define os ganhos internos e as taxas de contaminantes para os ocupantes da zona.
Se estiver utilizando um ZoneList na Zona ou o nome da ZoneList no campo então essas definições serão aplicadas para todas as zonas contidas na ZoneList.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4
Name		SALA 1_PLP	SALA 2_PLP	ADM_PLP	COZINHA_PLP
Zone or ZoneList Name		SALA 1	SALA 2	ADM	COZINHA
Number of People Schedule Name		HORAS FUNCIONAMENTO	HORAS FUNCIONAMENTO	HORAS FUNCIONAMENTO	HORAS FUNCIONAMENTO
Number of People Calculation Method		People	People	People	People
Number of People		36	36	4	4
People per Zone Floor Area	person/m2				
Zone Floor Area per Person	m2/person	8	8	8	8
Fraction Radiant		0,3	0,3	0,3	0,3
Sensible Heat Fraction		autocalculate	autocalculate	autocalculate	autocalculate
Activity Level Schedule Name		ATIV SALA TEORICA	ATIV SALA PRATICA/COPA	ATIV ADM/DEPOSITO	ATIV SALA PRATICA/COPA
Carbon Dioxide Generation Rate	m3/s-W	0,0000000382	0,0000000382	0,0000000382	0,0000000382
Enable ASHRAE 55 Comfort Warnings		No	No	No	No
Mean Radiant Temperature Calculation Type		ZoneAveraged	ZoneAveraged	ZoneAveraged	ZoneAveraged
Surface Name/Angle Factor List Name					
Work Efficiency Schedule Name					
Clothing Insulation Calculation Method		ClothingInsulationSchedule	ClothingInsulationSchedule	ClothingInsulationSchedule	ClothingInsulationSchedule
Clothing Insulation Calculation Method Schedule Name					
Clothing Insulation Schedule Name					
Air Velocity Schedule Name					
Thermal Comfort Model 1 Type					
Thermal Comfort Model 2 Type					
Thermal Comfort Model 3 Type					
Thermal Comfort Model 4 Type					
Thermal Comfort Model 5 Type					

18 Lights

idf Editor - [C:\Users\Beni\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PADRAO CORRIGIDO]

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] TimeStep
- [0001] Site:Location
- [0002] SizingPeriod:DesignDay
- [0001] RunPeriod
- [0011] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0005] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] Shading:Building:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights**
- [0004] ElectricEquipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVAC:Template:Thermostat
- [0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] Output:Control:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

Define-se ganho interno para iluminação na zona.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4
Name		SALA 1_LUZ	SALA 2_LUZ	ADM_LUZ	COZINHA_LUZ
Zone or ZoneList Name		SALA 1	SALA 2	ADM	COZINHA
Schedule Name		HORAS FUNCIONAMENTO	HORAS FUNCIONAMENTO	HORAS FUNCIONAMENTO	HORAS FUNCIONAMENTO
Design Level Calculation Method		Watts/Area	Watts/Area	Watts/Area	Watts/Area
Lighting Level	W				
Watts per Zone Floor Area	W/m2	20	20	20	20
Watts per Person	W/person				
Return Air Fraction		0	0	0	0
Fraction Radiant		0	0	0	0
Fraction Visible		0	0	0	0
Fraction Replaceable		1	1	1	1
End-Use Subcategory					
Return Air Fraction Calculated from Plenum Temperature					
Return Air Fraction Function of Plenum Temperature Co					
Return Air Fraction Function of Plenum Temperature Co	1/K				

19 Electric Equipamento

IDF Editor - [C:\Users\Ben\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PADRAO

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] Timestep
- [0001] Site:Location
- [0002] SizingPeriod:DesignDay
- [0001] RunPeriod
- [0011] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0065] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] ShadingBuilding:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights
- [0004] ElectricEquipment**
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVACTemplate:Thermostat
- [0003] HVACTemplate:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] OutputControl:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

Define-se ganho interno para os equipamentos eletrônicos dentro das zonas. Se estiver utilizando a ZoneList na Zona ou o nome da ZoneList no campo, então as definições serão aplicadas.

Field Description:
ID: A5
Enter a alphanumeric value

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4
Name		SALA_1_ELET	SALA_2_ELET	COZINHA_ELET	ADM_ELET
Zone or ZoneList Name		SALA_1	SALA_2	COZINHA	ADM
Schedule Name		HORAS_FUNCIONAMENTO	HORAS_FUNCIONAMENTO	HORAS_FUNCIONAMENTO	HORAS_FUNCIONAMENTO
Design Level Calculation Method		EquipmentLevel	EquipmentLevel	EquipmentLevel	EquipmentLevel
Design Level	W	500	500	500	250
Watts per Zone Floor Area	W/m2				
Watts per Person	W/person				
Fraction Latent		0	0	0	0
Fraction Radiant		0	0	0	0
Fraction Lost		0	0	0	0
End-Use Subcategory					

20 Zone Infiltration

New Obj
 Dup Obj
 Del Obj
 Copy Obj
 Paste Obj

Class List

Comments from IDF

[0001] Version

[0001] SimulationControl

[0001] Building

[0001] HeatBalanceAlgorithm

[0001] Timestep

[0001] Site:Location

[0002] SizingPeriod:DesignDay

[0001] RunPeriod

[0011] RunPeriodControl:SpecialDays

[0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime

[0007] ScheduleTypeLimits

[0007] Schedule:Compact

[0014] Material

[0002] Material:AirGap

[0001] WindowMaterial:Glazing

[0001] WindowMaterial:Gas

[0014] Construction

[0001] GlobalGeometryRules

[0008] Zone

[0065] BuildingSurface:Detailed

[0020] FenestrationSurface:Detailed

[0016] Shading:Building:Detailed

[0004] People

[0004] Lights

[0004] ElectricEquipment

[0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate

[0001] HVAC:Template:Thermostat

[0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem

[0001] Output:VariableDictionary

[0001] Output:Constructions

[0001] OutputControl:Table:Style

[0006] Output:Variable

[0001] Output:Diagnostics

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

A infiltração é modificada função dos horários de uso, da diferença de temperatura e velocidade do vento, por exemplo.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4
Name		SALA 1	SALA 2	COZINHA	ADM
Zone or ZoneList Name		SALA 1	SALA 2	COZINHA	ADM
Schedule Name		SCHED INFILTRATION	SCHED INFILTRATION	SCHED INFILTRATION	SCHED INFILTRATION
Design Flow Rate Calculation Method		AirChanges/Hour	AirChanges/Hour	AirChanges/Hour	AirChanges/Hour
Design Flow Rate	m3/s	1	1	1	1
Flow per Zone Floor Area	m3/s-m2				
Flow per Exterior Surface Area	m3/s-m2				
Air Changes per Hour	1/hr	5	5	5	5
Constant Term Coefficient		1	1	1	1
Temperature Term Coefficient		0	0	0	0
Velocity Term Coefficient		0	0	0	0
Velocity Squared Term Coefficient		0	0	0	0

21 HVAC Template Thermostat

IDF Editor - [C:\Users\Ben\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO P...

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] Timestep
- [0001] Site:Location
- [0002] SizingPeriod:DesignDay
- [0001] RunPeriod
- [0011] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0065] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] Shading:Building:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights
- [0004] ElectricEquipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVAC:Template:Thermostat
- [0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] OutputControl:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

Controle do termostato da Zona. O tipo do controle do termostato é de setpoint duplo com deadband (faixa neutra ou intervalo sem ação). Não precisa criar um objeto de termostato para cada zona, mas sim definir horários de funcionamento.

Field	Units	Obj1
Name		Constant Setpoint Thermostat
Heating Setpoint Schedule Name		
Constant Heating Setpoint	C	18
Cooling Setpoint Schedule Name		
Constant Cooling Setpoint	C	26

22 HVAC Zone Ideal Loads Air System

IDF Editor - [C:\Users\Beni\Dropbox\Mestrado 2015\DISSERTACAO PRA VALER\Base\Unidade análise 1\ENERGY PLUS PROJETO PADRAO CORRIGIDO\PROJETO PADI

File Edit View Jump Window Help

New Obj Dup Obj Del Obj Copy Obj Paste Obj

Class List

- [0001] Version
- [0001] SimulationControl
- [0001] Building
- [0001] HeatBalanceAlgorithm
- [0001] Timestep
- [0001] Site:Location
- [0002] SizingPeriod:DesignDay
- [0001] RunPeriod
- [0011] RunPeriodControl:SpecialDays
- [0001] RunPeriodControl:DaylightSavingTime
- [0007] ScheduleTypeLimits
- [0007] Schedule:Compact
- [0014] Material
- [0002] Material:AirGap
- [0001] WindowMaterial:Glazing
- [0001] WindowMaterial:Gas
- [0014] Construction
- [0001] GlobalGeometryRules
- [0008] Zone
- [0065] BuildingSurface:Detailed
- [0020] FenestrationSurface:Detailed
- [0016] Shading:Building:Detailed
- [0004] People
- [0004] Lights
- [0004] ElectricEquipment
- [0004] ZoneInfiltration:DesignFlowRate
- [0001] HVAC:Template:Thermostat
- [0003] HVAC:Template:Zone:IdealLoadsAirSystem**
- [0001] Output:VariableDictionary
- [0001] Output:Constructions
- [0001] Output:Control:Table:Style
- [0006] Output:Variable
- [0001] Output:Diagnostics

Comments from IDF

Explanation of Object and Current Field

Descrição do objeto:

Zona com sistema de ar ideal que atende a cargas de aquecimento ou arrefecimento.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3
Zone Name		SALA 1	SALA 2	ADM
Template Thermostat Name		Constant Setpoint Thermostat	Constant Setpoint Thermostat	Constant Setpoint Thermostat
System Availability Schedule Name		HORAS FUNCIONAMENTO	HORAS FUNCIONAMENTO	HORAS FUNCIONAMENTO
Maximum Heating Supply Air Temperature	C	50	50	50
Minimum Cooling Supply Air Temperature	C	13	13	13
Maximum Heating Supply Air Humidity Ratio	kgWater/kgDryA	0,0156	0,0156	0,0156
Minimum Cooling Supply Air Humidity Ratio	kgWater/kgDryA	0,0077	0,0077	0,0077
Heating Limit		NoLimit	NoLimit	NoLimit
Maximum Heating Air Flow Rate	m3/s			
Maximum Sensible Heating Capacity	W			
Cooling Limit		NoLimit	NoLimit	NoLimit
Maximum Cooling Air Flow Rate	m3/s			
Maximum Total Cooling Capacity	W			
Heating Availability Schedule Name				
Cooling Availability Schedule Name				
Dehumidification Control Type		ConstantSensibleHeatRatio	ConstantSensibleHeatRatio	ConstantSensibleHeatRatio
Cooling Sensible Heat Ratio	dimensionless	0,7	0,7	0,7
Dehumidification Setpoint	percent	60	60	60
Humidification Control Type		None	None	None
Humidification Setpoint	percent	30	30	30
Outdoor Air Method		None	None	None
Outdoor Air Flow Rate per Person	m3/s	0,00944	0,00944	0,00944
Outdoor Air Flow Rate per Zone Floor Area	m3/s-m2			
Outdoor Air Flow Rate per Zone	m3/s			
Design Specification Outdoor Air Object Name				
Demand Controlled Ventilation Type		None	None	None
Outdoor Air Economizer Type		NoEconomizer	NoEconomizer	NoEconomizer
Heat Recovery Type		None	None	None
Sensible Heat Recovery Effectiveness	dimensionless	0,7	0,7	0,7
Latent Heat Recovery Effectiveness	dimensionless	0,65	0,65	0,65

energy+.idd EnergyPlus 8.3.0 SALA 1

ANEXO C - Planilhas de cálculo da fase pós-operacional dos projetos

Energia de demolição e residual do Módulo educacional temporário:

A	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AB
DESCRIÇÃO: Parte edificação / materiais / equipamentos	anos para reposição ciclo de vida estimado		fator de reposição 50 anos	fator de reposição idade	(E de manutenção: MJ (se soma acima de 1))	0,0354 MJ por kg (E de manutenção: MJ/kg) (se soma acima de 1)	0,13 MJ por kg (E de manutenção: MJ/kg) (se soma acima de 1)	0,13 MJ por kg (E de manutenção: MJ/kg) (se soma acima de 1)	0,13 MJ por kg (E de manutenção: MJ/kg) (se soma acima de 1)	0,13 MJ por kg (E de manutenção: MJ/kg) (se soma acima de 1)	0,13 MJ por kg (E de manutenção: MJ/kg) (se soma acima de 1)	0,13 MJ por kg (E de manutenção: MJ/kg) (se soma acima de 1)	0,13 MJ por kg (E de manutenção: MJ/kg) (se soma acima de 1)	0,13 MJ por kg (E de manutenção: MJ/kg) (se soma acima de 1)	0,13 MJ por kg (E de manutenção: MJ/kg) (se soma acima de 1)	0,13 MJ por kg (E de manutenção: MJ/kg) (se soma acima de 1)
	M / L				K x O	Tavares (2009)	B		Q x R x S	T x U	T x V	T x W	T x X	T x Y	T x Z	T x AB
ESTRUTURA																
Cimento Portland CP II-E 32MPa	100	10	0,1	0	0	0,0354	659,25	1	23,33745	0,13	0,033885	26,3713185	4057,03	4030,6545	403,06545	3627,59
Pedra britada 1	100	10	0,1	0	0	0,0354	2.331,45	1	42,33339	0,13	10,7293329	93,265629	1128,43	1035,1698	103,51698	891,45
Pedra britada 2	100	10	0,1	0	0	0,0354	8.197,20	1	290,18088	0,13	37,7235144	327,904944	3967,46	3639,5568	363,95568	3275,60
Areia lavada tipo média	100	10	0,1	0	0	0,0354	2.958,80	1	104,741343	0,13	13,6163746	118,3577176	1109,55	991,196325	99,1196325	892,08
Barra de aço CA-50 10mm	100	10	0,1	0	0	0,0354	146,25	1	5,17725	0,13	0,6730425	5,8502925	5015,79	5009,94	500,994	4508,95
Barra de aço CA-60 4,2mm	100	10	0,1	0	0	0,0354	39,75	1	1,19475	0,13	0,1553175	1,3506975	1157,49	1156,14	115,614	1040,53
Tábua de madeira 1x4" x 2,3x20cm - não aparelhada	25	10	0,4	0	0	0,0354	81,00	1	2,8674	0,13	0,377762	3,240162	69,264	24,1055	2,41055	36,15
Peça de madeira eucalipto para pórticos 10x10x50cm - seca ao ar livre	25	10	0,4	0	0	0,0354	13.903,62	1	492,188148	0,13	63,9844592	556,1726072	10900,47	10344,29328	4137,71731	6206,58
Conectores cúbicos em aço galvanizado 10x10cm	100	10	0,1	0	0	0,0354	231,96	1	8,21131603	0,13	1,0674108	9,278787156	7879,62	7870,337654	787,033765	7083,30
Cantoneiras em aço galvanizado	100	10	0,1	0	0	0,0354	101,90	1	3,60723451	0,13	0,46894049	4,076174999	3461,52	3457,44257	345,744257	3111,70
Trinches em aço 1/2" x 2,5mm para contraventamento	100	10	0,1	0	0	0,0354	603,90	1	21,17068	0,13	2,7701478	24,1517078	2071,36	2067,1984	206,71984	1861,48
Placas 8x8x1 em aço galvanizado - fundação	100	10	0,1	0	0	0,0354	26,18	1	0,92690227	0,13	0,1204973	1,047399567	889,46	888,1123624	88,8123624	799,57
Placas 30x30 em aço galvanizado - fundação	100	10	0,1	0	0	0,0354	17,18	1	0,60824563	0,13	0,07907193	0,687317564	583,68	582,9879744	58,2987974	524,69
Parafusos de fixação	100	10	0,1	0	0	0,0354	418,00	1	14,7972	0,13	1,923636	16,720896	14335,73	14319,008	1431,9008	12887,11
ALVENARIA																
Paredes e painéis																
Placas de eucalipto saligna 310x50cm - seca ao ar livre	25	10	0,4	0	0	0,0354	3.891,02	1	137,742166	0,13	17,9064815	155,448647	3050,57	2894,920089	1157,96804	1736,95
Placas de eucalipto saligna 310x60cm - seca ao ar livre	25	10	0,4	0	0	0,0354	993,02	1	35,1528309	0,13	4,56986802	39,72269896	778,53	738,8052603	295,527104	443,28
Parafusos de fixação	100	10	0,1	0	0	0,0354	4,31	1	0,15262299	0,13	0,01984099	0,172463983	147,86	147,6907703	14,7690777	132,92
L3 de rocha para isolamento 310x50cm	69	10	0,144927536	0	0	0,0354	0,00	1	0	0,13	0	0	0,00	0	0	0,00
L3 de rocha para isolamento 310x60cm	69	10	0,144927536	0	0	0,0354	0,00	1	0	0,13	0	0	0,00	0	0	0,00
Revestimento de paredes																
Verniz sintético	18	10	0,555555556	0	0	0,0354	20,17	1	0,71407163	0,13	0,09282931	0,806900943	2277,55	2276,738727	1264,85485	1011,88
ESQUADRIAS																
Porta de abrir em madeira maciça eucalipto 2,5cm - seca aparelhada	25	10	0,4	0	0	0,0354	284,72	1	10,079088	0,13	1,31028144	11,38936944	1205,55	1194,11568	477,646272	716,47
Janela D1 de perfil de madeira eucalipto 100x25mm - seca aparelhada	25	10	0,4	0	0	0,0354	774,86	1	27,430044	0,13	3,56590572	30,9954972	3280,76	3249,76284	1299,90514	1949,86
Janela D2 de perfil de madeira eucalipto 100x25mm - seca aparelhada	25	10	0,4	0	0	0,0354	31,80	1	1,1256669	0,13	0,1463367	1,272003597	134,63	133,362909	53,161636	80,02
Janela D3 de perfil de madeira eucalipto 100x25mm - seca aparelhada	25	10	0,4	0	0	0,0354	162,03	1	5,64210372	0,13	0,74934734	6,313557662	689,43	682,913752	273,16495	409,75
Vidro temperado fixo incolor 15mm	25	10	0,4	0	0	0,0354	3,195,00	1	113,103	0,13	14,70339	127,80639	84232,16	84124,35	33649,74	50474,61
COBERTURA																
Telhado																
Placas de eucalipto saligna 310x50cm - seca ao ar livre	25	10	0,4	0	0	0,0354	5.535,68	1	195,963081	0,13	25,4752005	221,4382814	29438,08	29216,64297	9286,65719	13929,99
Parafusos de fixação	100	10	0,1	0	0	0,0354	8,18	1	0,28963682	0,13	0,03765279	0,32788694	280,40	280,2768027	28,0276803	252,25
Calha metálica n.16 - 320x30cm	38	10	0,263157895	0	0	0,0354	504,01	1	17,8418719	0,13	2,31944334	20,16315322	18837,79	18817,63074	4952,60808	13865,62
Calha termocautética de alumínio (e= 20mm; larg.= 1056mm; vão = 4m)	43	10	0,222222222	0	0	0,0354	129,00	1	6,7968	0,13	0,883584	7,680394	20777,47	20769,792	4615,50933	16154,28
Espuma poliuretano 30mm	23	10	0,34782609	0	0	0,0354	168,00	1	5,9472	0,13	0,773136	6,720336	12460,56	12453,84	5414,71304	7039,13
Geotextil não-tecido	10	10	1	1	5023,488	0,0354	48,00	2	3,984	0,13	0,441792	3,840192	10050,82	10046,976	5023,488	5023,49
Ângula expandida	10	10	1	1	54535,2	0,0354	7440,00	2	535,752	0,13	68,4776	595,12976	109663,63	109070,74	54535,2	54535,20
Substrato	10	10	1	1	60025,92	0,0354	14.880,00	2	1053,504	0,13	136,95552	1190,45952	121242,30	120055,84	60025,92	60025,92
Mudas reasteiras da região	10	10	1	1	0,104	0,0354	0,80	2	0,05664	0,13	0,0073632	0,0640032	0,27	0,208	0,104	0,10
Ferre																
Placas de eucalipto saligna 310x50cm - seca ao ar livre	25	10	0,4	0	0	0,0354	3.610,23	1	127,80209	0,13	16,6142612	144,4162705	2830,42	2686,00033	1074,40333	1611,60
Placas de eucalipto saligna 310x60cm - seca ao ar livre	25	10	0,4	0	0	0,0354	1.818,60	1	50,2183299	0,13	6,52838289	56,74871279	1112,18	1055,436086	422,174434	633,26
Parafusos de fixação	100	10	0,1	0	0	0,0354	6,81	1	0,24107496	0,13	0,0313974	0,2724147	233,56	233,2842849	23,3284285	209,96
L3 de rocha para isolamento 310x50cm	69	10	0,144927536	0	0	0,0354	0,00	1	0	0,13	0	0	0,00	0	0	0,00
L3 de rocha para isolamento 310x60cm	69	10	0,144927536	0	0	0,0354	0,00	1	0	0,13	0	0	0,00	0	0	0,00
PISO																
Placas de eucalipto saligna 310x50cm - seca ao ar livre	25	10	0,4	0	0	0,0354	5.054,32	1	178,922813	0,13	23,2599657	202,1827786	3962,59	3760,411662	1504,16466	2256,25
Placas de eucalipto saligna 310x60cm - seca ao ar livre	25	10	0,4	0	0	0,0354	1.893,46	1	66,9577732	0,13	8,70451052	75,66228373	1482,91	1407,248115	562,899246	844,35
Parafusos de fixação	100	10	0,1	0	0	0,0354	6,00	1	0,2124	0,13	0,027612	0,240012	205,78	205,536	20,5536	184,98
L3 de rocha para isolamento 310x50cm	69	10	0,144927536	0	0	0,0354	0,00	1	0	0,13	0	0	0,00	0	0	0,00
L3 de rocha para isolamento 310x60cm	69	10	0,144927536	0	0	0,0354	0,00	1	0	0,13	0	0	0,00	0	0	0,00
INSTALAÇÕES																
Louças e metais																
Lavatório de louça branca com torneira e acessórios	30	10	0,333333333	0	0	0,0354	50,00	1	1,77	0,13	0,2301	2,0001	1268,50	1256,3	418,833333	837,67
Coluna para lavatório de louça branca	30	10	0,333333333	0	0	0,0354	60,00	1	2,124	0,13	0,27612	2,40012	1510,20	1507,8	502,6	1005,20
Coluna suspensa para lavatório PNE de louça branca	30	10	0,333333333	0	0	0,0354	12,00	1	0,4248	0,13	0,05524	0,480004	302,04	301,56	100,52	201,04
Bacia sifonada de louça branca com acessórios	30	10	0,333333333	0	0	0,0354	75,00	1	2,655	0,13	0,34515	3,00015	1887,75	1884,75	628,25	1256,50
Caixa acoplada para bacia	30	10	0,333333333	0	0	0,0354	90,00	1	3,186	0,13	0,41418	3,60018	7215,30	7211,7	2403,9	4807,80
Assento sanitário universal básico	30	10	0,333333333	0	0	0,0354	0,50	1	0,0177	0,13	0,002301	0,020001	40,09	40,065	13,155	26,71
Barra de apoio L=80cm	30	10	0,333333333	0	0	0,0354	2,40	1	0,08496	0,13	0,010448	0,0960048	74,81	74,712	24,904	49,81
Tempo de granito copa e sala prática	30	10	0,333333333	0	0	0,0354	108,12	1	3,827448	0,13	0,49756824	4,32501624	20,09	15,763896	5,254632	10,51
Cuba de inox	30	10	0,333333333	0	0	0,0354	5,40	1	0,19116	0,13	0,0248508	0,2160108	206,12	205,902	68,634	137,47
Tanque de louça branca com torneira e acessórios	30	10	0,333333333	0	0	0,0354	5,00	1	0,177	0,13	0,02301	0,20001	125,85	125,65	41,8833333	83,77
Coluna para tanque de louça branca	30	10	0,333333333	0	0	0,0354	10,00	1	0,394	0,13	0,04602	0,40002	251,20	251,3	89,7866667	167,53
Hidráulicas e esgoto																
Sumidouro de concreto pré-fabricado (h= 5m; d= 2,8m; n.cont.= 80)	30	10	0,333333333	0	0	0,0354	30.280,00	1	1071,912	0,13	139,34856	1211,26056	45904,54	44693,28	14897,76	27975,52
Fossa séptica de concreto pré-fabricado (h= 2,5m; d= 2,25m; n.cont.= 80)	30	10	0,333333333	0	0	0,0354	10.032,00	1	355,1328	0,13	46,167264	401,300964	15208,53	14807,232	4935,744	9871,49
Reservatório de água de polietileno 5.000L	23	10	0,34782609	0	0	0,035										

Energia de demolição e residual do projeto padrão do FNDE:

A	L	M	N	O	P	0,0354	R	S	T	0,13	V	W	X	Y	Z	AB		
DESCRIÇÃO: Parte edificação / materiais / equipamentos	anos para reposição	dado de vida estimado	fator de reposição 10 anos	fator de reposição idade	EE manutenção MJ (só soma acima de 1)	Tavres (2006)	B	fator de reposição médio (só acima de 1)	EE demolição MJ	fator de transporte MJ/kg	Tavres (2006)	T x U	T + V	K + P + W	K x S	K x N	Y - Z	EE que sobra MJ (negativos)
FUNDAÇÕES																		
CONCRETO ARMADO PARA FUNDAÇÕES - BLOCOS																		
Eslaca a trado (broca) d=20 cm com concreto fck=15 Mpa (sem armação)																		
Leito de concreto magro (e=3,0 cm) - preparo mecânico	100	10	0,1	0	0	0,0354	1.369,65	1	48,48561	0,13	6.303,129	54,788739	14053,98	13999,1927	1399,919	12599,27		
Forma de madeira comum para Fundações - reaproveitamento 5X	100	10	0,1	0	0	0,0354	635,25	1	22,48799	0,13	2.923,439	25,414305	2689,67	2664,25528	266,4255	2397,83		
Armação aço CA-50, Diam. 6,3 (1/4) a 12,5mm(1/2)-Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	100	10	0,1	0	0	0,0354	108,45	1	3.83913	0,13	0,499087	4,3382169	3719,40	3715,0632	371,5063	3343,56		
Armação de aço CA-60 Diam. 3,4 a 6,0mm-Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	100	10	0,1	0	0	0,0354	98,64	1	3,491856	0,13	0,453941	3,94579728	3382,96	3379,01184	337,9012	3041,11		
Concreto para Fundação fck=25MPa, incluindo preparo, lançamento, adensamento.	100	10	0,1	0	0	0,0354	16.123,00	1	570,7542	0,13	74,19805	644,952246	165438,14	164793,183	16479,32	148313,86		
CONCRETO ARMADO PARA FUNDAÇÕES - VIGAS BALDRAMES																		
Forma de madeira comum para Fundações - reaproveitamento 5X	100	10	0,1	0	0	0,0354	1.033,78	1	36,59581	0,13	4,757456	41,3532676	4377,03	4335,67332	433,5673	3902,11		
Armação aço CA-50, Diam. 6,3 (1/4) a 12,5mm(1/2)-Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	100	10	0,1	0	0	0,0354	193,36	1	6,844944	0,13	0,889843	7,73478672	6631,47	6623,74016	662,374	5961,37		
	100	10	0,1	0	0	0,0354	80,45	1	2,84793	0,13	0,370231	3,2181609	2759,11	2755,8952	275,5895	2480,31		
	100	10	0,1	0	0	0,0354	10.005,00	1	354,177	0,13	46,04301	400,22001	102661,33	102661,103	10266,11	92034,99		
SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNO E EXTERNO (PAREDES)																		
Alvenaria de vedação de 1/2 vez em tijolos cerâmicos de 08 furos (dimensões nominais: 19x19x29)	100	10	0,1	0	0	0,0354	17.802,93	1	630,2235	0,13	81,92906	712,152606	63093,60	62381,4492	6238,145	56143,30		
assentamento em argamassa no traço 1:2:8 (cimento, cal e areia)																		
Cimento	100	10	0,1	0	0	0,0354	801,00	1	28,3554	0,13	3,686202	32,041602	3897,62	3825,576	382,5576	3443,02		
Cal	100	10	0,1	0	0	0,0354	766,80	1	27,14472	0,13	3,528814	30,673336	234,64	203,9688	20,39688	183,57		
Areia	100	10	0,1	0	0	0,0354	6.969,25	1	246,7115	0,13	32,07249	278,783939	5965,69	5686,908	568,6908	5118,22		
Encunhamento (aperto de alvenaria) em tijolo cerâmicos maciços 5x10x20cm 1 vez (esp. 40cm).	100	10	0,1	0	0	0,0354	2.381,40	1	84,30156	0,13	10,9592	95,2607628	8439,69	8344,4256	834,4226	7509,98		
assentamento de argamassa traço 1:1 (cimento e areia)																		
Cimento	100	10	0,1	0	0	0,0354	6,50	1	0,2301	0,13	0,029913	0,260013	31,30	31,044	3,1044	27,94		
Areia	100	10	0,1	0	0	0,0354	44,23	1	1,565565	0,13	0,203523	1,76908845	37,86	36,0876	3,60876	32,48		
Verga 10X10CM em concreto pré-moldado FCK=20MPA	100	10	0,1	0	0	0,0354	1.128,15	1	39,93651	0,13	5,191746	45,1282563	2703,05	2657,9214	265,7921	2392,13		
ESQUADRIAS																		
PORTAS DE MADEIRA																		
Porta de abrir em madeira 0,80x2,10m, PM1, inclusive aduela, alizar e dobradiça com anéis, conforme projeto de esquadrias.	25	10	0,4	0	0	0,0354	28,00	1	0,9912	0,13	0,128856	1,120056	18,76	17,64	7,056	10,58		
Porta de abrir em madeira 0,80x2,10m com Chapa metálica, Barra de Apoio PNE, PM2, conforme projeto de esquadrias.	25	10	0,4	0	0	0,0354	28,00	1	0,9912	0,13	0,128856	1,120056	18,76	17,64	7,056	10,58		
Porta de abrir em madeira 0,80x2,10m com Chapa metálica h=50cm, visor de vidro 20x10cm, PM3, conforme projeto de esquadrias.	25	10	0,4	0	0	0,0354	28,00	1	0,9912	0,13	0,128856	1,120056	18,76	17,64	7,056	10,58		
FERRAGENS E ACESSÓRIOS																		
Fechadura de embutir completa, para portas externas																		
Fechadura de embutir completa, para portas de banheiro																		
PORTAS DE ALUMÍNIO																		
Porta de abrir de 0,80x2,10m em chapa de alumínio com vidro e veneziana-PA1, conforme projeto de esquadrias, inclusive ferragens.	38	10	0,263158	0	0	0,0354	994,33	1	35,19925	0,13	4,575902	39,7751487	225887,12	225841,946	59432,09	166409,83		
JANELAS DE ALUMÍNIO																		
Janela de Alumínio, basculante 100x40cm, JA-1, conforme projeto de esquadrias, inclusive ferragens.	38	10	0,263158	0	0	0,0354	16,89	1	0,597948	0,13	0,077733	0,67568178	3887,17	3836,49826	1009,605	2826,89		
Janela de Alumínio, basculante 220x110cm, JA-2, conforme projeto de esquadrias, inclusive ferragens.	38	10	0,263158	0	0	0,0354	301,10	1	10,65908	0,13	1,385681	12,0447622	68401,80	68389,7515	17997,3	50392,45		
Janela de Alumínio, de correr 200X110cm, JA-3, conforme projeto de esquadrias - Correção, inclusive ferragens.	38	10	0,263158	0	0	0,0354	37,82	1	1,338885	0,13	0,174055	1,51293964	8591,93	8590,42001	2260,637	6329,78		
Janela de Alumínio, de correr 150X110cm, JA-4, conforme projeto de esquadrias - Correção, inclusive ferragens.	38	10	0,263158	0	0	0,0354	51,22	1	1,813344	0,13	0,235735	2,04907845	11636,65	11634,598	3061,736	8572,86		
Janela de Alumínio, de correr 150X100cm, JA-5, conforme projeto de esquadrias - Correção, inclusive ferragens.	38	10	0,263158	0	0	0,0354	20,51	1	0,725987	0,13	0,094378	0,82036582	4658,83	4658,0093	1225,792	3432,22		
Tela de nylon de proteção- fixada na esquadria																		
VIDROS																		
Vidro monolateral incolor, espessura 6mm- fornecimento e instalação	38	10	0,263158	0	0	0,0354	17,25	1	0,61065	0,13	0,079385	0,6900345	322,06	321,3675	84,57039	236,80		
Vidro liso comum incolor, espessura 6mm- fornecimento e instalação	38	10	0,263158	0	0	0,0354	298,80	1	10,57752	0,13	1,375078	11,9525976	5578,60	5566,644	1464,906	4101,74		
Espelho cristal esp. 4mm com moldura de madeira	38	10	0,263158	0	0	0,0354	8,00	1	0,2892	0,13	0,036816	0,320016	149,36	149,04	39,22105	109,82		
SISTEMAS DE COBERTURA																		
Estrutura de Madeira aparelhada com tesoura vilo de 3,0 a 7,0 m para telha cerâmica																		
Tesoura grande 8 x 12 (34,72 metro linear por tesoura)	73	10	0,136986	0	0	0,0354	248,73	1	8,805186	0,13	1,144674	9,94986067	1053,14	1043,19073	142,9028	900,29		
Tesoura pequena 6 x 12 (17,8 metro linear por tesoura)	73	10	0,136986	0	0	0,0354	127,52	1	4,51418	0,13	0,586843	5,10102304	539,92	534,815523	73,2624	461,55		
Tesoura 6 x 12 (117,9 metros lineares)	73	10	0,136986	0	0	0,0354	844,64	1	29,9001	0,13	3,887013	33,7871133	3576,19	3542,40171	485,2605	3057,14		
Calvo 6 x 6 (353,6 metros lineares)	73	10	0,136986	0	0	0,0354	1.266,60	1	44,83747	0,13	5,828871	50,6663412	5362,77	5312,10027	727,685	4584,42		
Ripa 1,5 x 5 (717,4 metros lineares)	73	10	0,136986	0	0	0,0354	535,36	1	18,95174	0,13	2,463726	21,4154607	2266,71	2245,29879	307,5752	1937,92		
Cobertura em telha cerâmica tipo romana	30	10	0,333333	0	0	0,0354	10.673,28	1	377,8341	0,13	49,11843	426,952547	6851,81	68084,8531	22694,95	53899,90		
Cumeira com telha cerâmica emboçada com argamassa traço 1:2:8	30	10	0,333333	0	0	0,0354	234,78	1	8,311212	0,13	1,080458	9,39166956	1507,05	1497,66162	199,2205	998,44		
FORRO																		
Forno de PVC com estrutura em aço, inclusive rodaforno	23	10	0,434783	0	0	0,0354	174,36	1	6,172344	0,13	0,802405	6,97474872	16077,56	16070,5868	6987,212	9083,38		
IMPERMEABILIZAÇÃO																		
Impermeabilização com manta asfáltica em fundações, baldramas	100	10	0,1	0	0	0,0354	341,21	1	12,07878	0,13	1,570241	13,6490204	18047,54	18033,8902	1803,389	16230,50		
REVESTIMENTOS INTERNOS E EXTERNOS																		
Chapisco em parede com argamassa traço - 1:3 (cimento / areia)																		
Cimento	100	10	0,1	0	0	0,0354	917,00	1	32,4618	0,13	4,220034	36,681834	4211,78	4175,101	417,5101	3757,59		
Areia	100	10	0,1	0	0	0,0354	2.966,13	1	105,0008	0,13	13,65011	118,650932	2411,47	2292,81463	229,2815	2063,53		
Chapisco em teto com argamassa traço -1:3 (cimento / areia)																		
Cimento	69	10	0,144928	0	0	0,0354	199,50	1	7,0623	0,13	0,918099	7,980399	916,30	908,3235	131,6411	776,68		
Areia	69	10	0,144928	0	0	0,0354	652,70	1	23,10558	0,13	3,003725	26,1093054	530,65	504,5371	73,12132	431,42		
Emboço de parede, com argamassa traço - 1:2:9 (cimento / cal / areia), espessura 1,5 cm																		
Cimento	69	10	0,144928	0	0	0,0354	1.520,00	1	53,808	0,13	6,99504	60,80304	6981,36	6920,56	1002,98	5917,58		
Cal	69	10	0,144928	0	0	0,0354	1.454,80	1	51,49992	0,13	6,69499	58,1949096	418,99	360,7904	52,28846	308,50		
Areia	69	10	0,144928	0	0	0,0354	14.899,25	1	527,4335	0,13	68,56635	595,999799	12113,12	11517,1203	1669,148	9847,97		
Reboço de parede, com argamassa traço - 1:2:6 (cimento / cal / areia), espessura 1,5 cm																		
Cimento	69	10	0,144928	0	0	0,0354	1.192,00	1	42,1968	0,13	5,485584	47,682384	5474,86	5427,176	786,5472	4640,63		
Cal	69	10	0,144928	0	0	0,0354	1.141,00	1	40,3914	0,13	5,250882	45,642282	328,61	282,968	41,00986	241,96		
Areia	69	10	0,144928	0	0	0,0354	7.777,50	1	275,3235	0,13	35,79206	311,115555	6323					

Pavimento em granito cinza, largura 17,00cm espessura variável e pingadeira																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	246,70	1	8,733081	0,13	1,135301	9,86838139	591,09	581,218603	193,7395	387,48	
PAVIMENTAÇÃO EXTERNA																																	
Piso de cimento desempenado com juntas de dilatação																	100	10	0,1	0	0	0,0354	123.888,00	1	4385,635	0,13	570,1326	4955,76778	596644,86	591689,088	59168,91	532520,18	
Rampa de acesso em concreto não estrutural																	100	10	0,1	0	0	0,0354	223,20	1	7,90128	0,13	1,027166	8,9284464	338,37	329,4432	32,94432	296,50	
PINTURA																																	
Emassamento de paredes internas com massa PVA - 02 demãos																	12	10	0,833333	0	0	0,0354	46,66	1	1,651835	0,13	0,214739	1,86657332	3345,48	3343,61227	2786,344	557,27	
Emassamento de lajes internas com massa PVA - 02 demãos																	12	10	0,833333	0	0	0,0354	47,61	1	1,685536	0,13	0,21912	1,90465523	3413,73	3411,82878	2843,191	568,64	
Pintura em latex acrílico 02 demãos sobre paredes internas e externas																	12	10	0,833333	0	0	0,0354	8,38	1	0,296483	0,13	0,038543	0,33502555	563,62	563,283796	469,4032	93,88	
Pintura em latex PVA 02 demãos sobre lajes internas e externas																	12	10	0,833333	0	0	0,0354	3,43	1	0,121359	0,13	0,015777	0,13713518	245,79	245,651672	204,7097	40,94	
Pintura em esmalte sintético 02 demãos em roda meio de madeira																	12	10	0,833333	0	0	0,0354	0,18	1	0,006271	0,13	0,000815	0,00708659	12,70	12,6942903	10,57858	2,12	
Pintura em esmalte sintético 02 demãos em porta de madeira																	12	10	0,833333	0	0	0,0354	0,49	1	0,017199	0,13	0,002236	0,01943521	34,83	34,8144975	29,01208	5,80	
Pintura em esmalte acrílico 02 demão para portão																	12	10	0,833333	0	0	0,0354	0,13	1	0,004683	0,13	0,000609	0,00529226	9,49	9,4800888	7,900074	1,58	
INSTALAÇÕES HIDRÁULICA																																	
Registro de gaveta bruto, Ø 1"																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	0,90	1	0,03186	0,13	0,004142	0,0360018	34,35	34,317	14,92043	19,40	
Registro de gaveta bruto, Ø 1 1/2"																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	1,80	1	0,06372	0,13	0,008284	0,0720036	68,71	68,634	29,84087	38,79	
Tubo PVC soldável Ø 20 mm, inclusive conexões																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	2,57	1	0,09086	0,13	0,011812	0,1026718	205,77	205,667	89,42043	116,25	
Tubo PVC soldável Ø 25 mm, inclusive conexões																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	10,67	1	0,3776	0,13	0,049088	0,426688	855,15	854,72	371,6714	483,10	
Tubo PVC soldável Ø 40 mm, inclusive conexões																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	2,97	1	0,105079	0,13	0,01366	0,11873927	237,97	237,85255	103,4142	134,44	
Caixa d'água em fibra de vidro capacidade 4000L																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	90,00	1	3,186	0,13	0,41418	3,60018	2175,30	2171,7	944,2174	1227,48	
Torneira de bôia, diâmetro 25mm																																	
Joelho PCV soldável 90º água fria 20mm																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	0,21	1	0,007434	0,13	0,000966	0,00840042	16,84	16,8273	7,316217	9,51	
Joelho PCV soldável 45º água fria 25mm																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	0,06	1	0,002124	0,13	0,000276	0,00240012	4,81	4,8078	2,090348	2,72	
Joelho PCV soldável 90º água fria 25mm																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	1,92	1	0,067968	0,13	0,008836	0,07680384	153,93	153,8496	66,8913	86,96	
Joelho PCV soldável 90º água fria 40mm																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	0,46	1	0,016142	0,13	0,002099	0,01824091	36,56	36,53928	15,88664	20,65	
Te PVC soldável água fria 20mm																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	0,04	1	0,001487	0,13	0,000193	0,00168008	3,37	3,36546	1,463243	1,90	
Te PVC soldável água fria 25mm																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	0,16	1	0,005487	0,13	0,000713	0,00620031	12,43	12,42015	5,400065	7,02	
Te PVC soldável água fria 40mm																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	0,47	1	0,016638	0,13	0,002163	0,01880094	37,68	37,6611	16,37439	21,29	
INSTALAÇÃO SANITÁRIA																																	
Caixa Sifonada 100x100x50mm																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	0,21	1	0,007363	0,13	0,000957	0,00832042	16,68	16,66704	5,55568	11,11	
Raio Seco PVC 100x100mm																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	0,06	1	0,002195	0,13	0,000285	0,00248012	4,97	4,96806	2,160026	2,81	
Terminal de Ventilação Série Normal 50mm																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	0,12	1	0,004248	0,13	0,000552	0,00480024	9,62	9,6156	3,2052	6,41	
Tubo de PVC Série Normal 100mm, fornec. e instalação, inclusive conexões																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	4,25	1	0,15045	0,13	0,019559	0,1700085	340,72	340,5525	148,0663	192,49	
Tubo de PVC Série Normal 40mm, fornec. e instalação, inclusive conexões																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	13,33	1	0,472	0,13	0,06136	0,53336	1068,93	1068,4	464,5217	603,88	
Tubo de PVC Série Normal 50mm, fornec. e instalação, inclusive conexões																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	1,95	1	0,06903	0,13	0,008974	0,0780039	156,33	156,2535	67,9363	88,32	
Joelho PCV 45º esgoto 40 mm																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	0,08	1	0,002832	0,13	0,000368	0,00320016	6,41	6,4104	2,78713	3,62	
Joelho PCV 90º esgoto 40 mm																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	0,36	1	0,012744	0,13	0,001657	0,01440072	28,86	28,8468	12,54209	16,30	
Te PVC esgoto 40 mm																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	0,12	1	0,004248	0,13	0,000552	0,00480024	9,62	9,6156	4,180696	5,43	
Joelho PCV 90º esgoto 100 mm																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	0,18	1	0,006372	0,13	0,000828	0,00720036	14,43	14,4234	6,771043	8,15	
Joelho PCV 90º esgoto 100 mm																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	0,09	1	0,003186	0,13	0,000414	0,00360018	7,22	7,2117	3,135522	4,08	
Junção PVC esgoto 100 x 100 mm																	23	10	0,434783	0	0	0,0354	1,35	1	0,04779	0,13	0,006213	0,0540027	108,23	108,1755	47,03283	61,34	
Caixa de inspeção em alvenaria de tijolo medindo 900x900x600mm , com tampão em ferro fundido																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	132,30	1	4,68342	0,13	0,608845	5,2922646	468,87	463,5792	154,5264	309,05	
Caixa de gordura sifonada, em alvenaria de tijolo, medindo 900x900x1200mm, com tampão em ferro fundido																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	264,60	1	9,36684	0,13	1,217689	10,5845292	937,74	927,1584	309,0528	618,11	
Sumidouro em alvenaria 3,00 x 3,00 x 4,50 m																	50	10	0,2	0	0	0,0354	6,615,00	1	234,171	0,13	30,44223	264,61323	23443,57	23178,96	4635,792	18543,17	
Fossa séptica (dimensões internas 3,00x1,70x1,50m)																																	
LOUÇAS E METAIS																																	
Bacia Sanitária Vogue Plus, Linha Conforto com abertura, cor Branco Gelo, código P.51, DECA, ou equivalente pr de descarga, com acessórios, bolsa de borracha para ligação, tubo pvc ligação - fornecimento e instalação																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	39,00	1	1,3806	0,13	0,179478	1,560078	981,63	980,07	326,69	653,38	
Assento Poliéster com abertura frontal Vogue Plus, Linha Conforto, cor Branco Gelo, código AP.52, DECA, ou equivalente																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	0,58	1	0,020532	0,13	0,002669	0,02320116	55,20	55,1754	18,3918	36,78	
Ducha Higiênica com registro e derivação Izy, código 1984 C37, ACT, CR, DECA, ou equivalente																																	
Valvula de descarga: Base Hydra Max, código 4550 404 e acabamento Hydra Max, código 4900 C MAX 1 1/2", acabamento cromado, DECA ou equivalente																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	2,45	1	0,086659	0,13	0,011266	0,0979249	175,69	175,59504	58,53168	117,06	
Lavatório Pequeno Ravenal/zy cor Branco Gelo, código L.915, DECA, ou equivalente, sem coluna, (válvula, sifão e engate flexível cromados), exceto Torneira																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	12,60	1	0,44604	0,13	0,057985	0,5040252	317,14	316,638	105,546	211,09	
Torneira para lavatório de mesa bacia Izy, código 1193 C37, Decca ou equivalente																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	1,80	1	0,063578	0,13	0,008265	0,07184359	128,90	128,82708	42,94326	85,88	
Papeleira Metálica Linha Izy, código 2020 C37, DECA ou equivalente																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	0,69	1	0,024355	0,13	0,003166	0,02752138	49,38	49,35024	16,45008	32,90	
Barra de apoio, Linha conforto, código 2305 C, cor cromado, DECA ou equivalente																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	8,28	1	0,293112	0,13	0,038105	0,33121656	594,26	593,9244	197,9748	395,95	
Barra de apoio para lavatório "u" - Linha conforto, aço polido, DECA, ou equivalente																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	3,38	1	0,119652	0,13	0,015555	0,13520676	242,58	242,4474	80,8158	161,63	
Dispenser Toalha Linha Excelência, código 7007, Melhoramentos ou equivalente																																	
Saboneteira Linha Excelência, código 7009, Melhoramentos ou equivalente																																	
Tanque Grande (40 L) cor Branco Gelo, código TQ.03, DECA, ou equivalente																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	29,90	1	1,05846	0,13	0,1376	1,1960598	752,58	751,387	250,4623	500,92	
Torneira de parede de uso geral com arizador Izy, código 1155 C37, DECA, ou equivalente para jardim ou tanque, padrão alto																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	0,80	1	0,028462	0,13	0,0037	0,03216161	57,70	57,67092	19,22364	38,45	
Cuba Inox Embutir 40x34x17cm, cuba 3, bacia aço inoxidável, com válvula, FRANKE, ou equivalente, com sifão em metal cromado 1.1/2x1.1/2", válvula em metal cromado tipo americana 3.1/2x1.1/2" para pia - fornecimento e instalação																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	1,80	1	0,06372	0,13	0,008284	0,0720036	129,19	129,114	43,038	86,08	
Torneira para cozinha de mesa bacia móvel Izy, código 1167 C37, DECA, ou equivalente																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	1,28	1	0,04517	0,13	0,005872	0,05104255	91,58	91,52748	30,50916	61,02	
Torneira de parede de uso geral com bico para mangueira Izy, código 1153 C37, DECA, ou equivalente																	30	10	0,333333	0	0	0,0354	1,03	1	0,03632	0,13	0,004722	0,04104205	73,64	73,59498	24,53166	49,06	
INSTALAÇÃO DE GÁS COMBUSTÍVEL																																	
Betão P45																																	

Tomada universal, circular, 2P+T, 20A/250V, cor branca, completa	38	10	0,263158	0	0	0,0354	0,09	1	0,003115	0,13	0,000405	0,00352018	7,05	7,05144	1,855642	5,20
Tomada dupla de embutir, 2P+T, 10A/250v, completa	38	10	0,263158	0	0	0,0354	0,15	1	0,00531	0,13	0,00069	0,0060003	12,03	12,0195	3,163026	8,86
Interruptor simples 10 A, completa	38	10	0,263158	0	0	0,0354	0,33	1	0,011682	0,13	0,001519	0,01320066	26,46	26,4429	6,958658	19,48
Interruptor três seções 10A por seção, completa	38	10	0,263158	0	0	0,0354	0,22	1	0,007788	0,13	0,001012	0,00880044	17,64	17,6286	4,639105	12,99
Interruptor paralelo 10 A, completa	38	10	0,263158	0	0	0,0354	0,04	1	0,001345	0,13	0,000175	0,00152008	3,05	3,04494	0,8013	2,24
Luminárias 2x32W completa																
Luminárias 2x16 W completa																
Tomada para telefone	38	10	0,263158	0	0	0,0354	0,11	1	0,003894	0,13	0,000506	0,00440022	8,82	8,8143	2,319553	6,49
Tomada completa para computador																
SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)																
Vergalhão CA - 25 # 10 mm2	100	10	0,1	0	0	0,0354	0,70	1	0,024754	0,13	0,003218	0,02797207	23,98	23,9540789	2,395408	21,56
Conector mini-gar em bronze estanhado Tel-583																
Caixa de equalização de potências 200x200mm em aço com barramento																
Exposura 6 mm	100	10	0,1	0	0	0,0354	0,10	1	0,00354	0,13	0,00046	0,00400002	3,02	3,013	0,3013	2,71
Haste tipo cooperweld 5/8" x 3,00m.	100	10	0,1	0	0	0,0354	33,90	1	1,200159	0,13	0,156021	1,35618005	2548,47	2547,11782	254,7118	2292,41
Cordaíla de cobre nu 35 mm2	100	10	0,1	0	0	0,0354	37,44	1	1,325376	0,13	0,172299	1,49767488	3096,14	3094,64064	309,4641	2785,18
Cordaíla de cobre nu 50 mm2	100	10	0,1	0	0	0,0354	35,92	1	1,271568	0,13	0,165304	1,43687184	2970,44	2969,00352	296,9004	2672,10
Caixa de inspeção, PVC de 12", com tampa de aço galvanizado, conforme detalhe no projeto	100	10	0,1	0	0	0,0354	0,10	1	0,00354	0,13	0,00046	0,00400002	8,02	8,013	0,8013	7,21
Conector de bronze para haste de 5/8" e cabo de 50 mm²																
SERVIÇOS COMPLEMENTARES																
Conjunto de mastro para três bandeiras e pedestal																
Bancada em granito cinza andorinha - espessura 2cm, conforme projeto	30	10	0,333333	0	0	0,0354	130,66	1	4,625364	0,13	0,601297	5,22666132	298,30	293,07038	97,69013	195,38
Prateleira em granito cinza andorinha - espessura 2cm, conforme projeto	30	10	0,333333	0	0	0,0354	144,00	1	5,097742	0,13	0,662706	5,76044801	328,76	323,000972	107,667	215,33
Portas para armário de cozinha em mdf com revestimento em fórmica conforme projeto	30	10	0,333333	0	0	0,0354	52,90	1	1,872802	0,13	0,243464	2,11626581	485,13	483,01352	161,0045	322,01
Portas e prateleira para balcão de cozinha em mdf com revestimento em fórmica conforme projeto	30	10	0,333333	0	0	0,0354	19,04	1	0,674016	0,13	0,087622	0,76163808	174,60	173,8352	57,94507	115,89
Gradiil - pré-fabricado incluindo pintura	30	10	0,333333	0	0	0,0354	243,64	1	8,624821	0,13	1,121227	9,74604728	8087,84	8078,09468	2692,698	5385,40
Portão de abrir em gradil tipo belgo ou equivalente, 2 folhas de abrir de 1,4m x 3m	30	10	0,333333	0	0	0,0354	11,24	1	0,397719	0,13	0,051703	0,44942247	372,96	372,50766	124,1692	248,34
												Energia de demolição GJ				TOTAL E Residual GJ
												11,69				4748,90

ANEXO D - Elementos planilha de cálculo da fase pré-operacional

A			B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
DESCRIÇÃO: Parte da edificação / materiais / equipamentos	und	qtde	kg/und	kg	EE MJ/kg	EE mat MJ	Fator de transporte MJ/kg	EE transporte MJ	desperdício%	EE desperdício MJ	Fator de transporte MJ/kg ⁽²⁾	EE Inicial MJ	anos para reposição	ciclo de vida estimado	fator de reposição 10 anos	fator de reposição idade	EE manutenção MJ (só soma acima de 1)	0,0354 MJ por kg	kg	fator de reposição médio (só acima de 1)	EE demolição MJ	0,13 Fator de transporte MJ/kg ⁽³⁾	EE transporte demolição MJ	EE demolição MJ	EE total manutenção + demolição	EE que sobrou MJ (só positivo)	EE que sobrou MJ (negativos)	
					B x C	Tavares (2006), p. 133 e 134	B x E		D x G	Tavares (2006), p. 133 e 134	B x G x I	D + F + H + J		M / L		K x O	Tavares (2006)		B		Q x R x S	Tavares (2006)	T x U	T + V	K + P + W	K x S	K x N	Y - Z
ELEMENTOS DA CONSTRUÇÃO																												
Materiais																												
ELEMENTOS DA CONSTRUÇÃO																												
Materiais																												
ELEMENTOS DA CONSTRUÇÃO																												
Materiais																												
TOTAL																												

Fonte: Adaptado de Tavares (2006)

Coluna A	Discriminação das partes da edificação e materiais utilizados respectivamente
Coluna B	Quantidade do material ou serviço.
Coluna C	EE MJ/kg, fator de energia embutida por kg de material
Coluna D	Energia Embutida do material em MJ. (B x C)
Coluna E	Fator do transporte de materiais dos centros de transformação até a obra. 0,13 MJ / Kg
Coluna F	Energia Embutida transporte (B x E) em MJ
Coluna G	Fator de desperdício dos materiais de construção na obra.
Coluna H	Energia Embutida desperdício em MJ (D x G)
Coluna I	Fator de transporte 0,26 MJ / Kg
Coluna J	Energia Embutida transporte de desperdício B x G x I
Coluna K	Energia Embutida Inicial MJ (D + F + H + J)
Coluna L	Anos para reposição do material
Coluna M	Ciclo de vida estimado, em anos, para o material.
Coluna N	Fator de reposição (M / L)
Coluna O	Quantidade de vezes que será substituído o material
Coluna P	Energia Embutida de manutenção (K x O)
Coluna Q	Fator de demolição 0,0354 MJ / Kg
Coluna R	igual a Coluna B

Coluna S	Fator de reposição médio (só acima de 1)
Coluna T	Energia de demolição ($Q \times R \times S$)
Coluna U	Igual a Coluna E
Coluna V	Energia de transporte de demolição MJ
Coluna W	Energia total de demolição ($T + V$)
Coluna X	Energia total de manutenção e demolição MJ ($K + P + W$)
Coluna Y	Energia que sobrou com base na reposição médio ($K \times S$)
Coluna Z	Energia gasta até então de acordo com o ciclo de vida estimado ($K \times N$)
Coluna AB	Energia residual ou de sobra: diferença entre a Coluna Y e a Coluna Z

Fonte: Adaptado de Tavares (2006)

ANEXO E – Materiais, durabilidade e fator de reposição

Materiais	Anos	Fator
Estrutura de aço para coberturas	100	1,00
Estacas de madeira, laje de concreto.	73	1,00
Painéis, isolamentos, argamassas.	69	1,00
Placas de piso e pavimentação	68	1,00
Reboco de exteriores	60	1,00
Placas de fibrocimento ¹	50	1,00
Parquet de madeira e tacos	50	1,00
Esquadrias, portas e janelas	46	1,09
Painéis de madeira	45	1,11
Tubos de PVC ¹	45	1,11
Tubos de Cobre	42	1,18
Telhas de fibrocimento ¹	40	1,25
Telhas metálicas em aço	38	1,30
Fiação, interruptores e tomadas	38	1,31
Telhas de concreto	34	1,46
Luminárias	30	1,67
Instalações de cozinha	30	1,67
Conexões para instalações sanitárias	30	1,67
Piso cerâmico	30	1,68
Suportes de toalhas e papel higiênico	25	2,00
Calhas e tubos de queda em PVC	23	2,14
Fornos e chapas elétricas	20	2,46
Mobília	19	2,63
Pisos vinílicos	18	2,73
Carpete sintético	17	2,89
Freezer e Refrigeradores	15	3,26
Forno de microondas	15	3,29
Tubulação em ferro galvanizado	15	2,78
Carpete de tecido	15	3,44
Máquina de lavar roupas	13	3,75
Aquecedor de água	13	3,75
Pinturas de interiores	12	4,17
Pintura de telhado	11	4,76
Papel de parede	10	5,00
Pinturas de exteriores	8	6,52
Cortinas	8	6,60
Lâmpadas fluorescentes ¹	5	10,00
Lâmpadas incandescentes ¹	2	25,00

Fonte: Tavares (2006)